

**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS
ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA
CURSO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO**

BEATRIZ FREITAS DE SOUZA

**REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP DE UMA INJETORA PLÁSTICA EM UMA
EMPRESA DE DUAS RODAS**

**MANAUS
2025**

BEATRIZ FREITAS DE SOUZA

**REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP DE UMA INJETORA PLÁSTICA EM UMA
EMPRESA DE DUAS RODAS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia de Produção da Escola Superior de Tecnologia da Universidade do Estado do Amazonas, como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Orientador(a): Prof Dr. Francisco Assis Barros de Oliveira.

MANAUS
2025

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Sistema Integrado de Bibliotecas da Universidade do Estado do Amazonas.

S719r Souza, Beatriz Freitas de
Redução no tempo de setup de uma injetora plástica em uma empresa de duas rodas / Beatriz Freitas de Souza. Manaus : [s.n], 2025.

58 f.: color.; 21.0 cm.

TCC - Graduação em Engenharia de Produção- Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, 2025.

Inclui Bibliografia.

Orientador: Francisco Assis Barros de Oliveira.

Coorientador: Nadja Polyana Felizola Cabete.

1. Injeção plástica. 2. Setup. 3. Cronoanálise. 4. Smed. I. Francisco Assis Barros de Oliveira (Orient.) II . Nadja Polyana Felizola Cabete (Coorient.) III. Universidade do Estado do Amazonas. IV. Título

CDU(1997)658.5

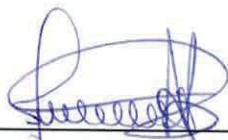
BEATRIZ FREITAS DE SOUZA

**REDUÇÃO NO TEMPO DE SETUP DE UMA INJETORA PLÁSTICA EM UMA
EMPRESA DE DUAS RODAS**

Trabalho apresentado ao curso de Engenharia de Produção da Universidade do Estado do Amazonas, como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Produção.

Data de aprovação: Manaus (AM), 11 de novembro de 2025.

Banca examinadora:



Francisco Assis Barros de Oliveira, Prof. Dr.
Universidade do Estado do Amazonas



Carly Pinheiro Trindade, Prof. Me
Universidade do Estado do Amazonas



Nadja Polyana Felizola Cabete, Profa. Dra.
Universidade do Estado do Amazonas

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a Deus, por ser minha luz e fortaleza em cada passo desta jornada. Aos meus pais e ao meu irmão, por todo amor, apoio e por serem a base que sustentou meus sonhos. À minha família, pelo carinho e presença constante. Aos meus amigos Andreison, Beatrice e Fernanda, por compartilharem comigo os desafios, os medos, as risadas e as conquistas — vocês são o verdadeiro presente desta caminhada. E a criança que um dia sonhou grande: hoje seu sonho se realiza!

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Universidade do Estado do Amazonas (UEA) por oferecer um curso de Engenharia de Produção alinhado às demandas do mercado e pela formação de profissionais preparados para atuar com excelência. Aos professores, pela dedicação, paciência e apoio durante todos esses anos.

Ao meu orientador professor Francisco Assis Barros de Oliveira e a professora Nadja Polyana Cabete pela orientação, incentivo e ensinamentos.

À empresa onde atuo, deixo minha sincera gratidão pela oportunidade de aplicar na prática os conhecimentos adquiridos, pela confiança na realização do estudo de caso e por todo o aprendizado proporcionado no ambiente industrial.

Agradeço também aos colegas e profissionais que contribuíram com suporte técnico, orientações e incentivo, tornando possível o desenvolvimento deste trabalho.

Aos meus amigos Andreison, Beatrice e Fernanda, pela amizade, companheirismo e por estarem comigo em todas as fases dessa etapa.

Agradeço aos meus amigos do estágio, que estão comigo nessa jornada de conciliar a vida acadêmica com o trabalho.

A todos, o meu mais sincero muito obrigada.

RESUMO

Este trabalho apresenta um estudo de caso voltado à redução do tempo de setup em uma injetora plástica pertencente a uma indústria de motocicletas localizada no Polo Industrial de Manaus (PIM). O estudo teve como objetivo compreender as causas das divergências entre os tempos de setup planejados e realizados, que comprometiam a eficiência produtiva da empresa. A partir dessa análise, foram traçados objetivos e metas direcionados à melhoria da produtividade, considerando a crescente competitividade do mercado. Com base na metodologia *SMED (Single Minute Exchange of Die)*, foram estudadas soluções e propostas de implantação voltadas à otimização do processo. Como resultado, implantou-se um sistema de troca rápida de ferramentas, o qual proporcionou uma redução significativa do tempo de setup e ganhos expressivos na eficiência operacional. Os resultados superaram as expectativas iniciais, promovendo maior padronização das atividades, melhor aproveitamento dos recursos produtivos e fortalecendo a cultura de melhoria contínua na organização.

Palavras-chave: injeção plástica, setup, cronoanálise, *smed*.

ABSTRACT

This paper presents a case study focused on reducing setup time in a plastic injection molding machine belonging to a motorcycle manufacturer located in the Manaus Industrial Hub (PIM). The study aimed to understand the causes of discrepancies between planned and actual setup times, which compromised the company's production efficiency. Based on this analysis, objectives and goals were set to improve productivity, considering the growing competitiveness of the market. Using the SMED (Single Minute Exchange of Die) methodology, solutions and implementation proposals aimed at optimizing the process were studied. As a result, a quick tool change system was implemented, which provided a significant reduction in setup time and significant gains in operational efficiency. The results exceeded initial expectations, promoting greater standardization of activities, better use of productive resources, and strengthening the culture of continuous improvement in the organization.

Keywords: plastic injection, setup, chronoanalysis, smed.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Mapeamento das etapas de coleta de dados	25
Figura 2 - Modelo das máquinas injetoras do processo	26
Figura 3 - Tipos de plásticos utilizados no processo de injeção	27
Figura 4 - Fluxo produtivo das peças produzidas em ABS	27
Figura 5 - Fluxo produtivo das peças produzidas em PP	28
Figura 6 - Demonstrativo do processo de setup de Molde	29
Figura 7 - Demonstrativo do processo de setup de Cor	30
Figura 8 - Demonstrativo do processo de setup da garra de extração	31
Figura 9 - Tempo de setup planejado pela engenharia de processos	32
Figura 10 - Cronômetro Digital DC453/8P utilizado para medir os tempos	33
Figura 11 - Comparativo da média do tempo de setup medido e a diferença do planejado	34
Figura 12 - Média dos tempos de cada setup medidos	37
Figura 13 - Gráfico de Pareto analisado para a priorização das ações	38
Figura 14 - Modelo da garra de extração utilizada no processo	38
Figura 15 - Diagrama de Ishikawa utilizado para análise das causas	40
Figura 16 - Sistema de Fixação utilizado no processo de setup	41
Figura 17 - Análise de Causa raiz pela ferramenta 5 porquês	41
Figura 18 - Proposta de garra universal para extração de peças	42
Figura 19 - Dispositivo de engate rápido	44
Figura 20 - Estudo e detalhamento do princípio da 2° proposta	45
Figura 21 - Cronograma para implantação do dispositivo	46
Figura 22 - Objetivos de implantação definidos com a metodologia SMART	46
Figura 23 - Meta traçada para o tempo de setup da garra	48
Figura 24 - Realização do processo de fresagem no lado fêmea do dispositivo	50
Figura 25 - Resultado do lado fêmea após o processo de fresagem	50
Figura 26 - Teste de fixação na garra após a fresagem	51
Figura 27 - Dispositivo de engate rápido instalado no robô	51
Figura 28 - Comparativo dos tempos (s) em cada cenário	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA.....	12
1.2 PROBLEMA DE PESQUISA.....	12
1.3 OBJETIVOS.....	12
1.3.1 Objetivo geral	12
1.3.2 Objetivos específicos	12
1.4 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS.....	13
1.5 LIMITAÇÃO DO ESTUDO	13
1.6 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO	13
2 REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1 INJEÇÃO PLÁSTICA	15
2.2 SETUP.....	16
2.3 SMED	17
2.4 CRONOANÁLISE	18
2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE	20
2.6 METODOLOGIA SMART.....	21
3 METODOLOGIA	23
3.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS	24
4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO	26
4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO	26
4.2 ANÁLISE DO PROBLEMA.....	31
4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS	39
4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS.....	42
4.4.1 Garra Universal	42
4.4.2 Sistema de Engate Rápido	43
5 ANÁLISE DOS RESULTADOS	48
6 CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

O setor de injeção plástica tem papel estratégico dentro de uma indústria de motocicletas, pois é responsável por grande parte dos componentes que integram a estrutura e o acabamento dos veículos de duas rodas. As peças plásticas não apenas contribuem para o design e a estética, mas também garantem leveza, resistência e funcionalidade, fatores indispensáveis para o desempenho e a competitividade no mercado.

O processo de injeção plástica compreende etapas como a preparação da matéria-prima, a injeção do polímero no molde e o resfriamento para obtenção da peça final. A eficiência dessas etapas assegura qualidade, padronização e redução de custos produtivos.

Entretanto, um dos maiores desafios enfrentados nesse setor refere-se ao setup, procedimento essencial para preparar a máquina diante de novos lotes de produção. O tempo de setup pode ser entendido como o período em que o equipamento fica indisponível, destinado à preparação, regulagens ou substituição de dispositivos necessários para iniciar uma nova produção. Black (1998, p. 131) define esse intervalo como o tempo decorrido entre a fabricação da última peça em conformidade do lote anterior e a obtenção da primeira peça em conformidade do lote seguinte.

Na empresa estudada, esse processo envolve três modalidades: setup de molde, que consiste na troca do ferramental; setup de matéria-prima, referente à substituição e preparação dos polímeros e cores que serão utilizados; e o setup de garra, voltado à adaptação dos dispositivos de extração das peças nas cavidades do molde.

Segundo Shingo (1996), o tempo de setup representa um dos principais obstáculos à flexibilidade e à eficiência produtiva, sendo indispensável a aplicação de técnicas que visem sua redução e padronização. Diante desse contexto, este trabalho tem como proposta realizar um estudo para a redução do tempo de setup no setor de injeção plástica, de modo a otimizar a produtividade, reduzir perdas e contribuir para a melhoria contínua da qualidade e competitividade da empresa.

1.1 TEMA

Redução do tempo de setup de uma injetora plástica em uma empresa de duas rodas.

1.2 PROBLEMA DE PESQUISA

A eficiência produtiva é fundamental para garantir competitividade no setor industrial, especialmente no processo de injeção de plásticos, onde o setup se configura como etapa crítica. Esse procedimento consiste na preparação da máquina injetora para a produção de um novo lote, envolvendo troca de moldes, ajustes de parâmetros e testes de qualidade. Quando o tempo planejado de setup não é cumprido, ocorrem atrasos na produção, queda da produtividade e formação de gargalos que comprometem o atendimento da demanda, particularmente no mercado de veículos de duas rodas, em constante expansão. Nesse contexto, o presente estudo busca responder o seguinte problema: O que pode ser feito para reduzir o tempo de setup de uma máquina injetora plástica?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

Implementar estratégias para reduzir o tempo de setup em uma injetora plástica.

1.3.2 Objetivos específicos

- Analisar os fatores que impactam o tempo de setup nas injetoras, identificando os gargalos e os desperdícios;
- Investigar métodos eficientes para a realização de setup em injetora plástica;
- Implantar ações para redução do tempo de setup.

1.4 USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL (IA) E CONSIDERAÇÕES ÉTICAS

O Chatgpt e Copilot foi utilizado como ferramenta metodológica para aprimorar a elaboração do texto, promovendo maior clareza e precisão na escolha das palavras. Além disso, contribuiu para estabelecer uma melhor coesão e fluidez entre as ideias, garantindo que os conceitos fossem apresentados de forma lógica e articulada. Dessa forma, o uso da IA potencializou a qualidade e a consistência da redação do trabalho. E foram responsáveis pela criação da Figura 18, do presente estudo.

1.5 LIMITAÇÃO DO ESTUDO

O estudo foi realizado em uma empresa do setor de duas rodas, situada no Polo Industrial de Manaus - PIM, tendo como foco o setor de injeção plástica. Esse processo é responsável por transformar a matéria-prima em peças plásticas que desempenham papel fundamental na parte estética da motocicleta, agregando valor ao produto final. A coleta e análise de dados ocorreram entre junho e outubro de 2025, concentrando-se em uma das máquinas injetoras do processo.

Embora os resultados reflitam a realidade observada nesse equipamento específico, eles possuem potencial para serem aplicados às demais máquinas do setor, bem como adaptados a processos semelhantes em outras fábricas do segmento, desde que consideradas as particularidades de cada contexto produtivo. Dessa forma, o estudo contribui não apenas para a melhoria local, mas também como referência para iniciativas de otimização em ambientes industriais.

1.6 ESTRUTURAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em seis seções. Na primeira seção, são apresentados os elementos introdutórios, incluindo a contextualização do tema, a formulação do problema de pesquisa e a definição dos objetivos. A segunda seção é dedicada à revisão da literatura, destacando as principais discussões teóricas e conceitos relevantes para a compreensão do tema abordado. Na terceira seção, descreve-se a metodologia adotada para a condução da pesquisa. A quarta seção contempla o desenvolvimento do estudo de caso. A quinta seção apresenta e discute

os resultados obtidos. Por fim, a sexta seção reúne as conclusões referentes ao trabalho realizado, bem como possíveis contribuições para propostas futuras.

2 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão bibliográfica tem como propósito consolidar o embasamento teórico que sustenta esta pesquisa, reunindo conceitos, métodos e práticas relevantes para a compreensão do tema estudado. Nesse sentido, serão discutidos tópicos fundamentais, como o processo de injeção plástica, o setup e sua importância na produtividade, a metodologia SMED como estratégia de redução de tempos, a cronoanálise aplicada à medição e otimização de processos, além das ferramentas da qualidade e da metodologia SMART. A articulação desses conteúdos permite estabelecer uma base sólida para a análise proposta, fornecendo suporte conceitual às reflexões e resultados apresentados ao longo do trabalho.

2.1 INJEÇÃO PLÁSTICA

A moldagem por injeção destaca-se como um dos métodos mais utilizados para a transformação de polímeros. Segundo Groover (2015), a injeção plástica consiste na obtenção de uma peça com forma desejada a partir da injeção de plástico derretido em um molde e pode ser utilizada para a produção em larga escala na indústria de manufatura de peças com diferentes tamanhos e complexidade. Por essa razão, é considerada a técnica predominante na fabricação de termoplásticos (Chen *et al*, 2009).

Conforme apontam Gonzalez & Maffia (2017) o princípio da injeção consiste em aquecer e plastificar o polímero por meio da combinação de calor e cisalhamento, conduzindo o material fundido para a cavidade do molde, onde ocorre o preenchimento, seguido do resfriamento até a solidificação e, finalmente, a extração da peça.

Fernandes *et al.* (2018) afirma que a injeção plástica ocorre em ciclos sucessivos e pode ser dividida em três fases principais:

1. Enchimento do molde, em que o polímero derretido é conduzido sob pressão para dentro de um molde fechado e resfriado;
2. Recalque, etapa em que se mantém a pressão elevada para assegurar que o material preencha completamente a cavidade do molde;
3. Resfriamento, momento em que a peça permanece no interior do molde até atingir a rigidez suficiente para ser retirada com segurança.

Esse método pode ser compreendido como um ciclo constante de operações, no qual cada fase desde a alimentação da matéria-prima até a retirada do produto pronto exerce influência direta no desempenho global do processo, a interação entre as condições de plastificação, injeção, resfriamento e ejeção determinam não apenas a eficiência da produção, mas também a conformidade dimensional e a qualidade superficial do componente fabricado (Xundao, 2017).

As empresas que trabalham com diversos modelos de produtos, como é o caso das injetoras plásticas, têm uma frequência de setups alta, exigindo constantes intervenções no processo (Lopes; Bovério; Silva, 2024).

2.2 SETUP

A crescente variedade de modelos de produtos, impulsionada pelas mudanças constantes do mercado, tem levado as empresas a adaptarem suas linhas de produção com maior frequência. A otimização de recursos é crucial para reduzir custos e aumentar a rentabilidade (Dornfeld, 2016).

Para Shingo (2000) setup é tudo o que antecede uma operação, seja para sua preparação, regulagem, troca de ferramenta, dispositivos e outros. Conhecido como tempo de preparação ou tempo de troca, o setup representa o intervalo necessário para realizar ajustes em máquinas, equipamentos ou processos, permitindo a transição entre diferentes produtos ou operações.

Muller (2007) ressalta que a operação de setup não agrega valor ao produto, e por este motivo todo o seu tempo de execução deve tendenciar a zero. Por isso, a redução do tempo de setup é um dos principais focos das empresas de manufatura (Corazza, 2016; Satolo & Calarge, 2008).

A eficiência operacional das indústrias é fortemente impactada pelo tempo gasto em setups. Sempre que um equipamento precisa ser ajustado para produzir um novo item ou atender a uma alteração na demanda, ocorre uma pausa inevitável na produção. Esse intervalo acarreta perda de produtividade, desperdício de recursos e aumento de custos (Calhado, 2015).

Para se adaptar ao cenário atual de mercado, é necessário reduzir o tempo de setup, sendo esse o tempo de preparação que ocorre entre a última peça produzida no lote atual (lote A) até a produção da primeira peça boa do lote posterior (lote B) (Satolo & Calarge, 2008).

Tal redução é importante por três razões (Carpinetti, 2010):

1. O custo do setup é muito alto, e os lotes de fabricação tendem a ser grandes, e aumenta o investimento em estoques.
2. São as técnicas mais simples de troca de ferramenta que diminuem a possibilidades de erros nas regulagens das máquinas.
3. Com a redução do tempo de setup, aumentará o tempo de operação dos equipamentos.

Contudo, a redução do tempo de preparação das máquinas não só contribui para elevar o ritmo produtivo, como também diminui as despesas operacionais, refletindo diretamente em maior rentabilidade para a empresa (Corazza, 2016). Por estes motivos é imprescindível o emprego de metodologias que promovam a redução desses tempos, uma das principais é o SMED.

2.3 SMED

A busca pela excelência operacional, proposta pela manufatura enxuta, conta com diferentes ferramentas de apoio (Rameez & Inamdar, 2010; Begam *et al.*, 2013). Entre elas, destaca-se o SMED (*Single Minute Exchange Die*), um método criado por Shigeo Shingo, especialista em otimização de processos industriais, definindo como principal objetivo a redução do tempo necessário para trocas e ajustes de ferramentas em máquinas e equipamentos, contribuindo para operações mais ágeis e eficientes (Calhado *et al.*, 2015).

De acordo com Gomes (2021), o propósito do SMED é reduzir ao máximo o tempo necessário para a troca de ferramentas, com o intuito de diminuir as paradas das máquinas e, conseqüentemente, elevar a eficiência produtiva. O autor ressalta que o setup é classificado como um período não produtivo, já que não gera valor direto ao produto final. Assim, ao encurtar esse tempo, a empresa amplia sua capacidade de produção, ganha maior flexibilidade e responde com mais agilidade às variações da demanda.

Shingo (2018) afirma que essa abordagem reúne técnicas voltadas para encurtar o tempo de setup das máquinas, tornando o processo de configuração mais ágil e eficiente, e consolidando-se como uma das estratégias mais relevantes para aumentar a produtividade. A aplicação dessa ferramenta é considerada a maneira

mais eficaz de aprimorar o tempo de setup, por meio da otimização das etapas de configuração das ferramentas e dispositivos (Shingo, 2000).

Segundo Silva (2021), o poder do SMED vai além da simples redução do tempo de setup, gerando diversos efeitos positivos, que podem ser organizados em quatro dimensões principais:

1. Eficiência produtiva e estoques – O método favorece a produção com menor dependência de estoques, aumenta a flexibilidade para misturar lotes, reduz perdas por deterioração e otimiza o giro de materiais, além de diminuir a necessidade de espaço para armazenagem.
2. Qualidade e confiabilidade – A padronização e a simplificação dos ajustes minimizam erros de configuração, eliminam testes desnecessários, reduzem defeitos e garantem condições de operação mais estáveis.
3. Produtividade e custos – Com setups mais rápidos, as máquinas alcançam maior disponibilidade, mesmo com trocas mais frequentes. Isso gera ganhos de produtividade, redução do tempo de produção, diminuição dos custos de preparação e melhor aproveitamento dos recursos.
4. Organização e pessoas – O SMED contribui para operações mais seguras, limpeza simplificada, melhor organização das ferramentas e planejamento antecipado da mão de obra. Também reduz a dependência de habilidades individuais e estimula novas atitudes dos colaboradores em relação ao controle do processo produtivo.

Quando bem conduzido, esse processo gera não apenas resultados mensuráveis, mas também fortalece a cultura de excelência e colaboração no ambiente fabril (Silva, 2021; Barbosa, 2023; Paiva, 2016).

Segundo Aguiar (2014); Fogliatto (2003) e Ferraz e Fagundes (2003), a aplicação do SMED exige que o tempo de setup seja cuidadosamente analisado por meio de observação, identificação das etapas e registro das atividades envolvidas. A coleta dessas informações pode ser realizada de diferentes formas, mas destaca-se a técnica de cronoanálise, possibilitando uma avaliação mais precisa do processo.

2.4 CRONOANÁLISE

A cronoanálise é uma técnica fundamental utilizada para medir e avaliar o tempo efetivamente gasto na execução de atividades durante o processo de

fabricação de produtos e componentes (Cronoanálise Industrial, 2016). Seu propósito principal é identificar o tempo em tarefas que realmente agregam e não agregam valor ao processo produtivo, possibilitando maior controle e otimização das atividades. Figueiredo (2011), Oliveira (2012) e Santos (2018) afirmam que a utilização da cronoanálise (cronometragem) pode determinar o método mais eficiente e rápido de uma operação.

Segundo Oliveira (2012), o uso da cronoanálise é indicado quando há necessidade de melhorar a produtividade e entender detalhadamente o que ocorre no processo produtivo.

O estudo de tempos e movimentos é essencial para a padronização dos processos e a alocação eficiente dos recursos, através dela é possível identificar os pontos ineficientes do processo, bem como os desperdícios de tempo. Isso facilita a realização de estudo de melhoria de processos e o aumento da produtividade (Corrêa e Corrêa, 2012).

A partir da cronoanálise, é possível mensurar com precisão os tempos necessários para a realização de cada etapa do processo, o que permite ajustes no fluxo produtivo visando melhorar a eficiência geral (Cronoanálise Industrial, 2016).

De acordo com Michelino (1964), o Estudo de Tempos — uma das principais ferramentas da cronoanálise — é estruturado em quatro etapas distintas:

1. Fase Preliminar: consiste em realizar uma ambientação no local de trabalho, identificar as operações a serem analisadas, inspecionar os materiais e os equipamentos utilizados e registrar dados básicos como data e horário da análise.
2. Análise da Operação: nesta etapa, descreve-se detalhadamente o processo como um todo, verificam-se as condições de trabalho, elaboram-se um croqui da área operacional, identifica-se cada elemento da operação e, por fim, avalia-se criticamente o método utilizado.
3. Cronometragem: aqui se define os pontos de medição, realiza-se a leitura e anotação dos tempos em ciclos consecutivos, observa-se possíveis anomalias durante a execução, registra-se o desempenho do operador e aplicam-se os fatores de correção, como o coeficiente de fadiga.
4. Cálculo dos Tempos: essa última etapa envolve a exclusão de dados inconsistentes, o cálculo das médias dos tempos observados, a normalização

dos resultados, a determinação do tempo-base por ciclo, o acréscimo das tolerâncias necessárias e, por fim, a definição do tempo-padrão por unidade.

Conforme destaca Dewes (2010), no contexto industrial existem diversos elementos que podem ser avaliados dentro da gestão de operações. Para a avaliação dessas operações, é bastante comum a utilização de ferramentas que permitem identificar problemas, analisar processos e promover melhorias contínuas na qualidade e eficiência da produção.

2.5 FERRAMENTAS DA QUALIDADE

O termo qualidade é antigo e faz parte do senso comum, sendo reconhecido e valorizado ao longo da história, entretanto, enquanto campo de estudo estruturado, a ideia de qualidade passou por transformações significativas a partir do final do século XIX e início do século XX (Gerolamo *et al.*, 2014).

Diversos estudiosos da área da gestão da qualidade, entre eles Crosby, Deming, Feigenbaum, Ishikawa, Juran e Garvin, analisaram o tema sob diferentes enfoques, oferecendo conceitos e propondo ferramentas específicas para apoiar sua aplicação (Aquilani *et al.*, 2017). De acordo com Toledo *et al.* (2013), apesar das diferentes abordagens, as definições desses teóricos convergiam para um mesmo ponto central: a satisfação do cliente.

Segundo Samohylb (2014), as ferramentas da qualidade são um conjunto de instrumentos estatísticos de uso consagrado para melhoria da qualidade de produtos, serviços e processos. As ferramentas da qualidade podem ser compreendidas como instrumentos simples, mas eficazes, cuja função central é aprimorar processos produtivos, seja no todo ou em partes específicas. Em sua maioria, são apresentadas na forma de gráficos, quadros e diagramas que auxiliam na análise de informações e apoiam a tomada de decisões de forma estruturada. Dessa maneira, constituem recursos consistentes para viabilizar melhorias na produção (Carvalho; Paladini, 2012).

Segundo Carvalho e Paladini (2012), essas ferramentas possuem algumas características marcantes: a facilidade de utilização e entendimento, tanto teórico quanto prático; a sequência operacional definida, geralmente organizada em etapas padronizadas; a abrangência visual, que permite rastrear dados e informações coletadas, especialmente por meio de gráficos; e o enfoque na resolução de

problemas, privilegiando a análise das causas e a implementação de soluções, em vez de apenas a identificação das falhas.

Lins (2013) afirma que as ferramentas básicas da qualidade são métodos eficazes para identificação e análise de problemas, sendo amplamente aplicáveis no cotidiano profissional para encontrar soluções e promover melhorias nos processos, essas setes ferramentas podem ser vista no Quadro 1:

Quadro 1 – Ferramentas básicas da qualidade

Ferramenta	Descrição	Utilidade
1. Fluxograma	Representação gráfica das etapas de um processo.	Auxilia na visualização do fluxo de trabalho, identificando etapas e interações.
2. Diagrama de Pareto	Gráfico que ordena causas ou problemas por frequência ou impacto.	Permite identificar as causas mais significativas, aplicando o princípio 80/20.
3. Diagrama de Causa e Efeito (Ishikawa)	Diagrama que relaciona um problema a suas possíveis causas.	Facilita a análise das causas raízes de problemas, promovendo soluções eficazes.
4. Folha de Verificação	Lista estruturada para coleta de dados.	Organiza informações para análise posterior, facilitando a identificação de padrões.
5. Histograma	Gráfico de barras que mostra a distribuição de dados.	Ajuda a entender a distribuição e variabilidade dos dados coletados.
6. Diagrama de Dispersão	Gráfico que exhibe a relação entre duas variáveis.	Identifica correlações e padrões entre variáveis, auxiliando na análise de causas.
7. Cartas de Controle	Gráficos que monitoram a variação de um processo ao longo do tempo.	Detecta variações fora do controle, permitindo ações corretivas tempestivas.

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

A aplicação dessas ferramentas básicas da qualidade complementa a metodologia SMART.

2.6 METODOLOGIA SMART

De acordo com Evans (2013), as metas estão intimamente relacionadas com objetivos, são alvos, seja ao longo do percurso ou no destino final e são normalmente definidas em números.

Para Souza (2015) a metodologia SMART é uma ferramenta amplamente utilizada na definição de objetivos e metas, tanto em contextos organizacionais quanto em projetos acadêmicos e pessoais e o acrônimo SMART deriva das palavras em

inglês *Specific* (Específico), *Measurable* (Mensurável), *Achievable* (Atingível), *Relevant* (Relevante) e *Time-based* (Temporal), representando os critérios que um objetivo deve atender para ser considerado bem formulado.

Conforme Drucker (2011), a aplicação dessa metodologia é dividida em quatro etapas: a primeira é a identificação do problema, na qual são descritos em detalhes o contexto, os pontos críticos, os critérios de sucesso, os limites da solução e os envolvidos no processo. A segunda etapa é a organização e priorização, onde o problema é desmembrado em partes menores para facilitar a resolução e as alternativas são ordenadas segundo sua relevância. Em seguida, ocorre a análise, que consiste na avaliação da viabilidade das soluções propostas. Por fim, na elaboração do plano de ação, as ideias selecionadas são consolidadas em um conjunto estruturado de ações.

Para Santos (2018) e Paiva (2016), ao utilizar o SMART, evita-se a formulação de metas vagas, subjetivas ou inalcançáveis, o que contribui para um melhor planejamento, controle e avaliação dos resultados e suas etapas são definidas como:

- **Específico:** Os objetivos devem ser claros e detalhados, respondendo às perguntas “o quê?”, “quem?” e “onde?”. Um objetivo específico elimina ambiguidades e direciona os esforços para um foco determinado
- **Mensurável:** É essencial que os resultados possam ser quantificados ou qualificados de alguma forma, permitindo o acompanhamento do progresso e a verificação do alcance da meta.
- **Atingível:** As metas devem ser desafiadoras, mas realistas, considerando os recursos e limitações do projeto.
- **Relevante:** O objetivo precisa ter importância e alinhamento com o propósito geral da pesquisa ou da organização.
- **Temporal:** Deve-se estabelecer um prazo definido para o alcance dos objetivos, promovendo comprometimento e senso de urgência.

Através desse método é possível deixar de forma clara e mensurável os objetivos que devem ser alcançados ao longo do estudo.

3 METODOLOGIA

A metodologia desempenha um papel fundamental em qualquer pesquisa científica, pois estabelece o caminho a ser seguido pelo pesquisador para atingir os objetivos propostos. Conforme Lakatos e Marconi (2003, p. 107), “a metodologia consiste no conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo — conhecimentos válidos e verdadeiros — traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista”. Nesse sentido, a metodologia não apenas estrutura a condução da pesquisa, mas também garante a coerência, a validade e a confiabilidade dos resultados alcançados.

O estudo de caso é uma abordagem de pesquisa que analisa de forma detalhada uma unidade significativa dentro de seu contexto, permitindo compreender fenômenos e propor intervenções. Segundo Triviños (1987, p. 133), trata-se de “uma categoria de pesquisa cujo objeto é uma unidade que se analisa aprofundadamente”. Essa metodologia possibilita ao pesquisador realizar uma análise crítica e fundamentada, considerando a relação entre o fenômeno estudado e o ambiente em que ocorre.

Para Marconi e Lakatos (2003), uma pesquisa conduzida de maneira sistemática, utilizando métodos e técnicas apropriadas para a investigação, é denominada Pesquisa Científica. Dessa forma, o conhecimento científico resulta diretamente de processos investigativos rigorosos e estruturados. As pesquisas podem ser classificadas quanto à sua natureza em básica e aplicada. A pesquisa básica busca ampliar o conhecimento científico sem aplicação imediata, enquanto a pesquisa aplicada tem como objetivo encontrar soluções para problemas específicos, sendo desenvolvida com um interesse prático definido (Gil, 2017) .

Quanto à abordagem, para Fonseca (2002) e Gerhardt e Silveira (2009) as pesquisas podem ser qualitativa, voltada à compreensão de significados; quantitativa, focada em dados numéricos e relações entre variáveis; ou mista, que combina ambas as abordagens para uma análise mais completa. No quesito objetivos, Severino (2017) afirma que as pesquisas podem ser exploratórias, voltadas à investigação inicial e ampliação do conhecimento; descritivas, que buscam detalhar características e relações entre variáveis; ou explicativas, focadas em identificar causas e explicar os

fenômenos estudados. Algumas pesquisas podem combinar mais de um desses objetivos simultaneamente.

A metodologia deste trabalho adotará o estudo de caso como abordagem principal, possibilitando uma análise detalhada do processo atual de setup e a proposição de melhorias com base em ferramentas de qualidade e gestão da produção. Trata-se de uma pesquisa aplicada, de natureza qualitativa e quantitativa, com caráter exploratório e descritivo, que busca compreender de forma aprofundada o fenômeno dentro de seu contexto.

Com o objetivo de obter informações precisas e abrangentes, a metodologia empregada envolve o monitoramento das atividades de setup, a análise dos processos operacionais diretos e indiretos, utilizando-se assim de diversas fontes para a coleta de dados.

3.1 DESCRIÇÃO DAS ETAPAS

A coleta de dados foi conduzida por meio da observação direta do processo produtivo, possibilitando acompanhar de forma prática as atividades realizadas e registrar informações precisas sobre o comportamento operacional. Essa abordagem permitiu compreender o funcionamento real das operações, os métodos empregados pelos operadores, o uso dos equipamentos e os fatores que influenciam o tempo de execução das tarefas.

O procedimento foi estruturado em etapas sequenciais para garantir uma compreensão detalhada e coerente do fenômeno estudado. As etapas envolveram: observação do fenômeno, onde se registrou o comportamento do processo em sua forma natural; entendimento do processo, com o mapeamento das atividades, fluxos e interações; entendimento do problema e análise das causas, visando identificar as divergências entre o desempenho esperado e o observado e investigar os fatores que contribuem para as variações nos resultados; definição de objetivos e metas, estabelecendo parâmetros claros para direcionar a melhoria; proposição de soluções, com base em metodologias e ferramentas adequadas; e análise dos resultados, a fim de verificar a efetividade das ações propostas, o passo a passo é demonstrado na Figura 1.

Figura 1 - Mapeamento das etapas de coleta de dados



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Durante a observação, foi empregada a técnica de cronoanálise, que consiste na medição sistemática do tempo gasto em cada atividade, utilizando um cronômetro digital. Essa prática permitiu identificar variações de desempenho e medir o tempo real de execução de cada etapa do processo, fornecendo dados quantitativos que serviram como base para as análises subsequentes. As médias dos tempos eram realizadas com 5 amostras medidas no processo.

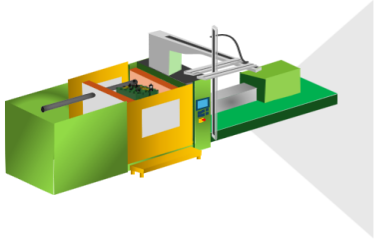
Os tempos obtidos foram registrados e organizados em uma planilha eletrônica (Microsoft Excel), possibilitando o tratamento dos dados de forma padronizada. As informações foram tabuladas, classificadas e comparadas, permitindo identificar gargalos, variações de tempo e oportunidades de otimização. Essa sistematização também serviu como suporte para a elaboração de gráficos, tabelas e indicadores de desempenho, facilitando a visualização e interpretação dos resultados.

4 DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DE CASO

4.1 DESCRIÇÃO DO PROCESSO

O setor de injeção plástica é um dos principais processos produtivos primários de uma empresa de duas rodas que atua no Polo Industrial de Manaus - PIM. Esse processo é descrito como a transformação de um material termoplástico, sendo ele derretido e injetado sob alta pressão em um molde metálico, aderindo assim à forma tridimensional de uma determinada peça. Na empresa em estudo existem 11 máquinas injetoras no processo para atender à demanda do plano de produção, conforme Figura 2.

Figura 2 - Modelo das máquinas injetoras do processo



MC INJETORA	TIPO
550C	Hidráulica
550D	Hidráulica
850A	Hidráulica
850B	Hidráulica
850C	Elétrica
850D	Elétrica
850E	Elétrica
1300A	Hidráulica
1300B	Hidráulica
1300C	Elétrica
1300D	Elétrica

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Como cartela de produtos, esse processo injeta 63 tipos de peças distintas para três linhas de montagem e esse número de peças totaliza 31 moldes ativos no setor, além de trabalhar com a injeção de peças de ASTEC (Assistência Técnica) acrescentando assim mais 15 moldes de itens desativos.

Por se tratar de motocicletas, existe um portfólio de cores que deve ser atendido, o setor atua com 2 tipos de plásticos de matéria-prima base, o ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno) e o PP (Polipropileno), conforme Figura 3. Para adquirir a tonalidade de cores é utilizado o Masterbatch, um concentrado de pigmentos e aditivos plásticos.

Figura 3 - Tipos de plásticos utilizados no processo



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

O ABS é um tipo de plástico cuja peça injetada passa, posteriormente, pelo processo de pintura plástica. Dessa forma, é adicionado o masterbatch preto para que todas as peças sejam injetadas na cor preta, assegurando maior uniformidade e qualidade no processo de pintura. A cadeia de fluxo desse processo é apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Fluxo produtivo das peças produzidas em ABS



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

No caso do PP, as peças são injetadas diretamente na cor final, dispensando a etapa de pintura. Esse processo caracteriza-se pela utilização de masterbatches nas tonalidades específicas de cada componente, conforme o plano base de produção. Dessa forma, as peças já saem da injeção prontas para serem direcionadas à Linha de Montagem, otimizando o fluxo produtivo, o qual é ilustrado na Figura 5.

Figura 5 - Fluxo produtivo das peças produzidas em PP



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

As cores que são utilizadas no setor para a injeção das peças de moldes ativos constam no Quadro 2:

Quadro 2 – Lista de MP e Masters utilizados no processo

CÓDIGO	TIPO	CARACTERÍSTICA
A2504PLT 0226	RES.SIN.PP BRHH MNR(NATUR)	PP BRHH
A2504PLT 0201	RESINA PP J 864F R- 292R JPN	R-292
A2504PLT 0211	RES.NATURAL ABS TOYOLAC 100MPJ	ABS
A2504PLT 0230	MASTER BATCH R-134	VERMELHO
A2504PLT 0229	MASTER BATCH NH-1	PRETO
A2504PLT 0227	MASTER BATCH NH- 196	BRANCO
A2504PLT 0192	MASTER BATCH NH-1 (ABS)	MASTER ABS
A2504PLT 0260	MASTER BATCH PP (NH-C92R)	CINZA
A2504PLT 0262	MASTER BATCH PP PB-438R	AZUL

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Em função da grande diversidade de peças e variações de cores produzidas no setor, o processo de injeção plástica necessita realizar setups frequentes em suas máquinas para atender às exigências da produção. Nas indústrias que empregam essa tecnologia, o setup compreende um conjunto de atividades que vai além da

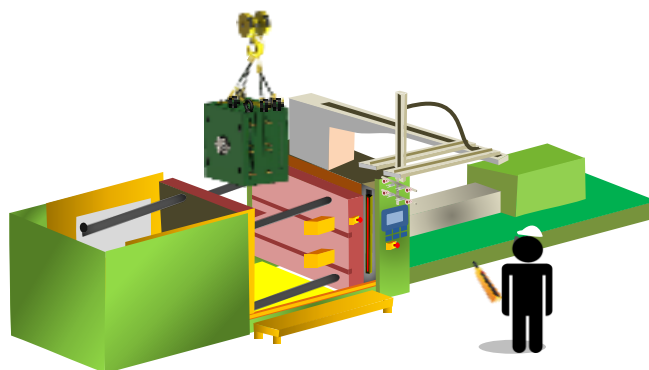
simples substituição do molde ou da cor, englobando a preparação dos equipamentos, a regulagem dos parâmetros operacionais, a execução de testes preliminares e a validação das primeiras peças injetadas.

Na empresa objeto deste estudo, o procedimento de setup é organizado em três etapas distintas: setup de molde, setup de cor e setup de garra.

1) O setup de molde consiste na substituição do molde utilizado na injetora para a produção de uma nova peça, conforme a programação de produção. Esse procedimento é considerado o mais complexo e demorado dentro do processo de injeção, pois envolve diversas etapas que exigem precisão, segurança e coordenação entre os operadores. Entre as principais atividades estão a retirada do molde anterior, a limpeza e preparação da máquina, a instalação e fixação do novo molde, bem como os ajustes de parâmetros de temperatura, pressão e tempo de injeção, necessários para garantir a qualidade da peça a ser produzida, conforme Figura 6.

O profissional responsável por essa operação deve possuir qualificação técnica específica, além de treinamento contínuo e conhecimento das normas de segurança e procedimentos operacionais. Também é fundamental que mantenha alinhamento com o planejamento de produção do setor, garantindo que o setup ocorra dentro dos prazos previstos e sem impactos negativos no fluxo produtivo.

Figura 6 - Demonstrativo do processo de setup de Molde



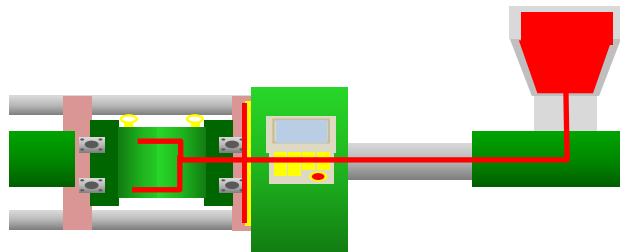
Fonte: elaborado pela autora, 2025.

2) O setup de cor é executado pelo operador responsável pela troca de matéria-prima e tem como objetivo preparar a máquina injetora para a utilização de uma nova coloração. Esse processo inicia-se com o esgotamento completo do material com a cor anteriormente utilizada, seguido da limpeza do canhão e do bico injetor, a fim de

eliminar qualquer resíduo que possa comprometer a tonalidade da nova produção. Após a etapa de limpeza, realiza-se a configuração da nova receita de cor no sistema da injetora, ajustando os parâmetros de dosagem e mistura de acordo com as especificações do produto, conforme Figura 7.

Trata-se de um procedimento que requer atenção e precisão, pois qualquer impureza ou vestígio da cor anterior pode gerar variações visuais e comprometer a qualidade das peças. Por isso, o operador deve seguir rigorosamente os padrões técnicos e operacionais estabelecidos, assegurando uniformidade e estabilidade no processo produtivo.

Figura 7 - Demonstrativo do processo de setup de Cor

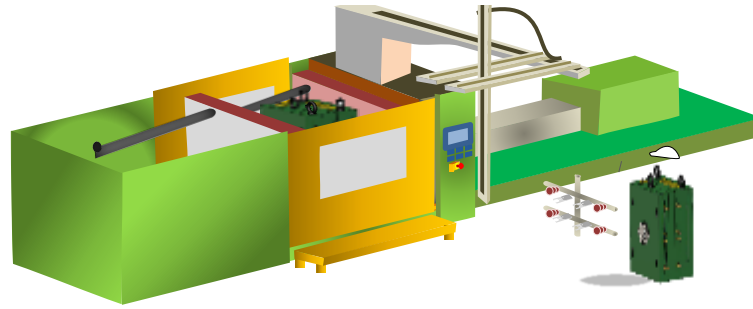


Fonte: elaborado pela autora, 2025.

3) O setup de garra está diretamente relacionado ao tipo de molde utilizado no processo de injeção. A garra é o dispositivo responsável pela retirada das peças injetadas da cavidade do molde, utilizando sucção a vácuo para transportá-las até a esteira de saída. Esse componente é fixado no braço robótico da célula de injeção, que possui uma programação específica de coordenadas para realizar o movimento de extração de forma precisa e sincronizada, conforme Figura 8.

Durante o setup, o regulador de máquina realiza a substituição manual da garra, removendo o modelo em uso e instalando aquele compatível com o novo molde que será operado. Essa etapa exige atenção e conhecimento técnico, uma vez que cada garra é projetada conforme o formato e as características dimensionais da peça. Assim, o ajuste correto garante a eficiência do processo automatizado de extração e contribui para a estabilidade e segurança da produção

Figura 8 - Demonstrativo do processo de setup da garra de extração



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

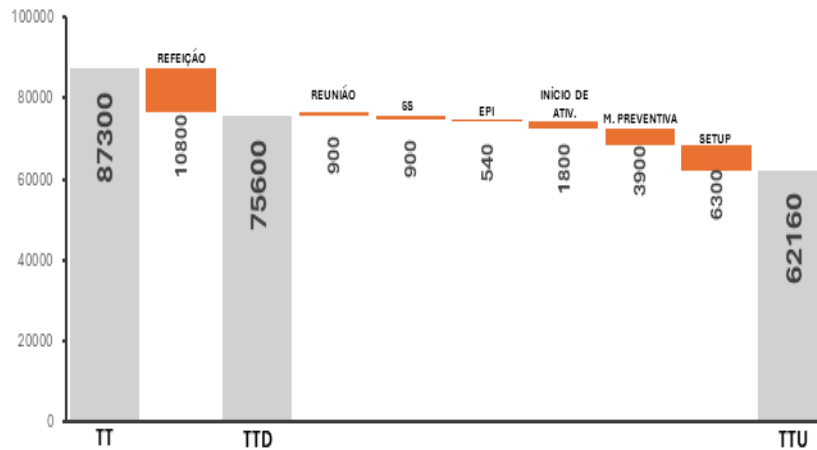
4.2 ANÁLISE DO PROBLEMA

Ao analisar o processo produtivo da empresa, identificaram-se alguns pontos passíveis de melhoria. Entretanto, para propor ajustes eficazes, é necessário compreender detalhadamente o funcionamento do processo atual. Durante o mês de julho, observou-se que a produção não estava conseguindo atingir o plano mensal estabelecido pelo PCP. Para contornar essa situação, era necessário realizar o revezamento das máquinas durante os horários de refeição e pausas programadas, além de não existirem paradas específicas para manutenção ou intervenção do grupo técnico nas injetoras.

Para iniciar a investigação da situação vigente, foram solicitados à Engenharia de Processos os tempos cadastrados de paradas programadas, que correspondem aos tempos homologados para o setor e servem como base para os cálculos de capacidade e ocupação produtiva.

O estudo de caso concentrou-se em uma única injetora plástica do parque de máquinas da empresa, a fim de delimitar e aprofundar a análise. Os tempos de paradas programadas — incluindo refeição, reunião, 5S, uso de EPIs, início de atividade, manutenção preventiva e setup — propostos pela Engenharia de Processos para a injetora 850E estão apresentados na Figura 9, expressos em segundos por turno.

Figura 9 - Tempo de setup planejado pela engenharia de processos



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Ao avaliar esses tempos, foi traçada uma estratégia para a medição dos tempos no *genba* e para isso foi elaborado um cronograma dessa atividade, conforme o Quadro 3. Os tempos foram medidos com o auxílio de um cronômetro calibrado e homologado pela Qualidade, conforme Figura 10. Por meio do treinamento de Tempos & Processos oferecido pela empresa e com os conhecimentos adquiridos na faculdade da matéria de Engenharia de Métodos, foram realizadas as medições dos tempos.

- O cronograma planeja a medição dos tempos dessas paradas programadas durante os 5 dias da 2ª semana de agosto.
- Nessa etapa os tempos foram medidos no 1º turno de produção.

Quadro 3 - Cronograma para realizar as medições de tempos

CRONOGRAMA DE MEDIÇÃO					
SEMANA 2					
PARADA PROGRAMADA	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
Refeição	▼	▼	▼	▼	▼
Reunião	▼	▼	▼	▼	▼
Campanha 1ar (5S)	▼	▼	▼	▼	▼
EPI	▼	▼	▼	▼	▼
Início de Atividade	▼	▼	▼	▼	▼
Manutenção Prev.				▼	
Setup	▼	▼	▼	▼	▼

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Figura 10 - Cronômetro Digital DC453/8P utilizado para medir os tempos



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Para a análise, foi utilizada a Folha de Verificação, uma das sete ferramentas básicas da qualidade, com o objetivo de identificar e registrar possíveis divergências entre os tempos planejados e os efetivamente medidos de cada parada programada. Durante o levantamento, foi observada uma divergência de tempo na reunião matinal da segunda-feira, além de quatro divergências relacionadas à atividade de setup, conforme Quadro 4. Os apontamentos das diferenças nos tempos foram destacados na figura por meio de círculos vermelhos, facilitando a visualização e o mapeamento das inconsistências no processo.

Quadro 4 - Ferramenta folha de verificação

FOLHA DE VERIFICAÇÃO						
Máquina: 850E	Responsável: Beatriz Freitas				T&P	
Apontamento de divergência entre Tempo Planejado e Real	DIAS					
	Seg	Ter	Qua	Qui	Sex	Total
Refeição	●					0
Reunião						1
5S						0
EPI						0
Início de Atividade						0
Manutenção Preventiva						0
Setup	●		●	●	●	4
Total	2	0	1	1	1	5

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Por meio dessa ferramenta da qualidade, foi possível identificar um potencial problema que impacta diretamente a capacidade produtiva do setor de injeção

plástica: o tempo de setup está acima do previsto para sua execução. Os tempos registrados foram organizados em uma planilha no Excel, permitindo a realização de uma análise comparativa entre o planejado e o real, expressa em unidades de tempo (segundos), conforme ilustrado na Quadro 5.

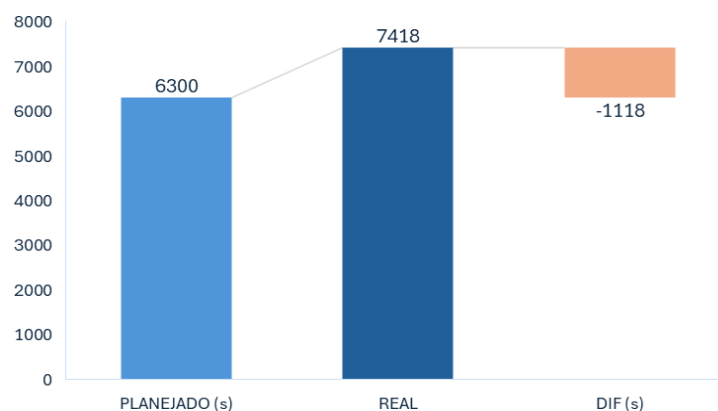
Quadro 5 - Tempos de setups medidos no processo

TEMPOS MEDIDOS					
	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
PLANEJADO (s)	6300	6300	6300	6300	6300
REAL	7268	6300	7475	7632	7298
DIF (s)	968	0	1175	1332	998

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Com base nesses dados, foi calculada a média dos tempos de setup, apresentada na Figura 11. O resultado revelou que o tempo de setup está, em média, 1118 segundos acima do previsto, configurando um desvio crítico que compromete significativamente a produtividade do setor de injeção plástica. Essa diferença evidencia um problema de grande magnitude, que impacta diretamente o cumprimento do plano de produção e requer atenção imediata para a implementação de medidas corretivas.

Figura 7 - Comparativo da média do tempo de setup medido e a diferença do planejado



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

A diferença média de 1118 segundos por setup na empresa, quando convertida em perda produtiva, corresponde a 31.527 peças por ano do modelo mais vendido no mercado de duas rodas. Para uma empresa que busca aumentar e expandir sua

capacidade produtiva, torna-se fundamental investigar detalhadamente esse problema relacionado ao setup das injetoras plásticas.

Conforme descrito na seção de processos, o setor realiza três tipos de setup: molde, cor e garra. Para dar continuidade à investigação, é necessário compreender o tempo de execução de cada um desses setups.

Para isso, foi aplicado o método de cronoanálise, com o objetivo de medir com precisão os tempos de cada etapa do setup. Foi elaborado um cronograma de medições, permitindo o levantamento sistemático dos dados necessários à análise, conforme ilustrado no Quadro 6.

Quadro 6 - Cronograma para medição de tempos de cada tipo de setup

CRONOGRAMA - 850E					
SEMANA - 11/08 - 15/08/25					
TOMADAS DE STP	SEG	TER	QUA	QUI	SEX
STP1 (Molde, Cor e Garra)	▼				
STP2 (Molde, Cor e Garra)		▼			
STP3 (Molde, Cor e Garra)			▼		
STP4 (Molde, Cor e Garra)				▼	
STP5 (Molde, Cor e Garra)					▼

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Com base no cronograma estabelecido, os tempos de execução de cada tipo de setup foram cuidadosamente registrados e sistematizados em uma planilha no Excel, possibilitando uma análise detalhada e comparativa entre o tempo planejado e o tempo efetivamente realizado, expressos em segundos. Essa abordagem permite identificar com precisão os desvios operacionais e avaliar seu impacto na produtividade do setor, conforme ilustrado no Quadro 7.

Quadro 7 - Tempos medidos no processo de cada tipo de setup

SETUP - 850E					
SEMANA - 11/08 - 15/08/25					
TOMADAS DE STP	STP1	STP2	STP3	STP4	STP5
Garra	368	334	347	345	364
Molde	2024	2117	2045	2018	2024
Mp	2176	2034	2120	2348	2474

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Após a etapa de medição dos tempos, realizou-se uma análise criteriosa para identificar quais tempos de cada setup são considerados como premissas operacionais pelo setor responsável. Essa avaliação foi fundamental para validar a coerência dos parâmetros utilizados pela engenharia de processos, que estabelece o total de 6300 segundos de tempo de setup por turno. A identificação e o detalhamento dos tempos planejados para cada setup, apresentados na Tabela 1, constituem uma etapa essencial para compreender a distribuição temporal das atividades e subsidiar decisões voltadas à otimização do processo produtivo.

Tabela 1 - Tempo de setup planejado pelo setor por tipo de setup

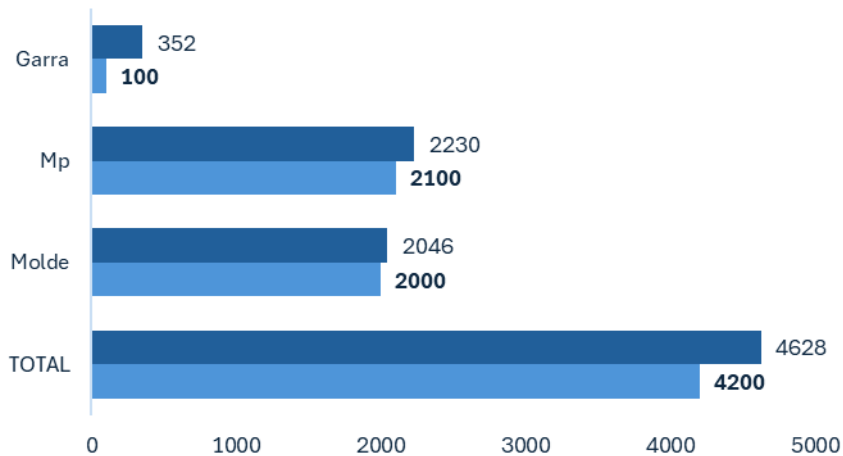
SETUP	TEMPO(s)
Molde	2100
Cor	2100
Garra	100

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Após a coleta dos tempos de setup planejados pelo setor, de forma estratificada, abrangendo setup de molde, cor e garra, bem como dos tempos reais observados no processo produtivo, procedeu-se ao cálculo da média dos tempos obtidos, com o objetivo de analisar comparativamente os dados coletados e identificar eventuais discrepâncias entre o planejado e o executado.

Essa análise, ilustrada na Figura 12, constitui uma etapa fundamental para a compreensão do desempenho operacional e para o embasamento de futuras ações de melhoria contínua.

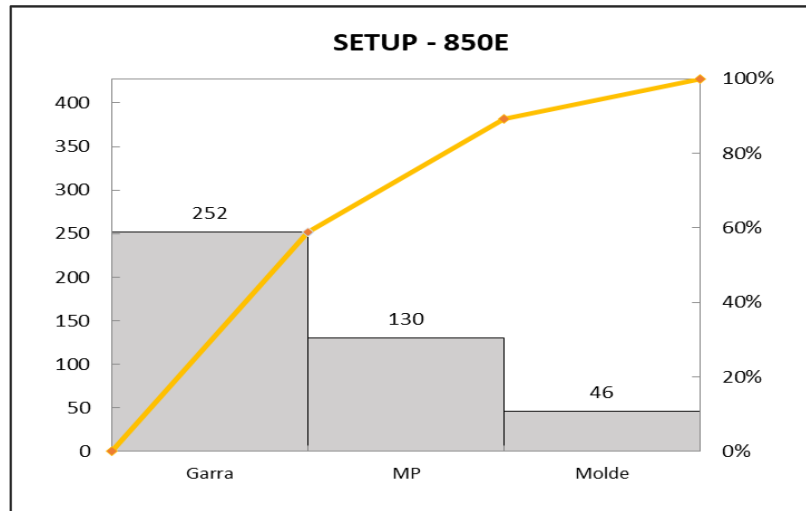
Figura 8 - Média dos tempos de cada setup medidos



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Ao analisar a média dos tempos de cada tipo de setup, constatou-se que todos os valores se encontram acima do planejado, evidenciando um desvio significativo em relação aos parâmetros estabelecidos; os valores representam um ponto crítico no desempenho do processo. No entanto, por meio da aplicação do Gráfico de Pareto, apresentado na Figura 13 e reconhecido como uma das sete ferramentas básicas da qualidade, foi possível identificar e priorizar o tipo de setup que mais contribui para a divergência temporal observada, fornecendo subsídios concretos para direcionar esforços de melhorias e otimização do setup.

Figura 9 - Gráfico de Pareto analisado para a priorização das ações



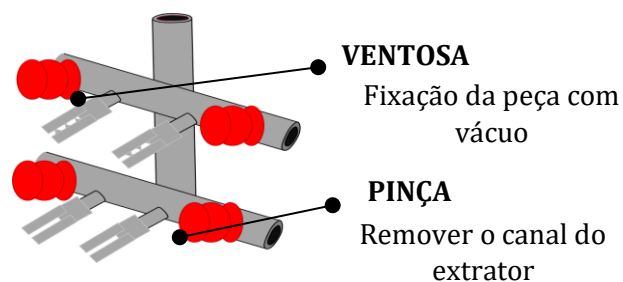
Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Observou-se que, entre os três tipos de setup analisados, aquele que apresenta a maior discrepância entre o tempo planejado e o tempo real é o setup de garra, motivo pelo qual este foi priorizado na etapa de análise.

Para compreender de forma mais detalhada o comportamento desse setup, aplicou-se o método de observação direta do processo, possibilitando uma avaliação precisa das atividades executadas.

A garra de extração por sucção é um dispositivo utilizado para retirar a peça plástica recém-moldada de dentro da máquina injetora e posicioná-la na esteira para o próximo processo. Seu funcionamento se dá através do vácuo, onde a sucção gerada permite que a garra se prenda à superfície da peça com segurança e precisão, evitando quedas, danos ou deformações, a garra utilizada no setor é demonstrada na Figura 14.

Figura 10 - Modelo da garra de extração utilizada no processo



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Após compreender qual o funcionamento da garra de extração, elaborou-se o fluxo do processo de setup da garra, contendo a descrição das atividades e o tempo correspondente medido por meio da cronoanálise, conforme ilustrado no Quadro 8.

Quadro 8 - Descrição do processo de setup da garra de extração

1° PASSO	2° PASSO	3° PASSO	4° PASSO	5° PASSO	6° PASSO
Procurar a nova garra e a chave Allen	Descer o robô até o local da troca da Garra (Esteira ou corredor)	Desligar as conexões, desparafusar e retirar a garra que está acoplada no robô	Parafusar a nova garra que será utilizada no Robô e Fazer a conexão das mangueiras no Robô	Selecionar no painel a garra que será utilizada (já programada)	Validar a programação selecionada no molde aberto
76s	35s	66s	78s	43s	54s
As peças do setup não estão pré separadas	Regulador precisa conhecer os comandos do painel	Muita dificuldade para retirar o parafuso, está muito desgastado	O operador precisa ter equilíbrio para sustentar a garra com uma mão e parafusar com a outra	Regulador precisa conhecer os comandos do painel	Regulador precisa entender o dimensional da peça

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Ao analisar o processo de setup da garra, identificou-se que 63% do tempo total de setup está concentrado em três atividades (1º, 3º e 4º passo), totalizando 220 segundos em operações de caráter totalmente manual, que dependem exclusivamente da atuação do regulador de máquina.

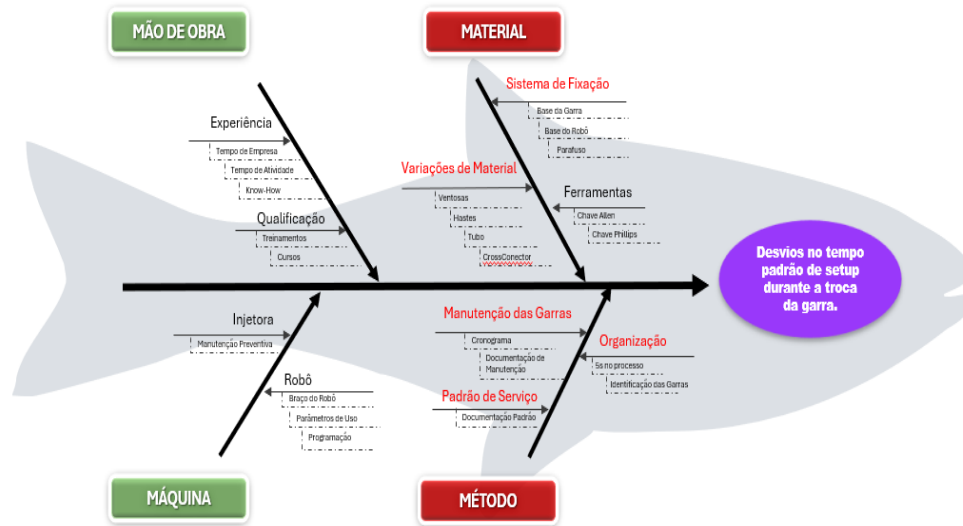
Aprofundando a compreensão dessas atividades e entendendo mais do processo com os profissionais diretamente envolvidos no processo, constatou-se que as principais dificuldades estão relacionadas ao parafusamento e desparafusamento da garra no braço do robô. Diante disso, por meio da aplicação das ferramentas da qualidade, serão analisadas as causas do problema identificado.

4.3 ANÁLISE DAS CAUSAS

Identificada a maior divergência de tempo no setup de garra e compreendido o funcionamento do processo, tornou-se necessário analisar as causas que contribuem para esse problema, o qual impacta diretamente a capacidade produtiva da empresa e acarreta perda de produção. Para a análise do fenômeno e a identificação das

potenciais causas, foi utilizada uma das ferramentas básicas da qualidade, o Diagrama de Ishikawa, apresentado na Figura 15. Esse diagrama foi elaborado com base na metodologia dos 4M's, permitindo a análise detalhada dos fatores que tendem a originar o problema, conforme suas respectivas categorias.

Figura 15 - Diagrama de Ishikawa utilizado para análise das causas



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

A partir da análise do diagrama de causa e efeito (diagrama de Ishikawa), identificou-se que uma das possíveis fontes do problema estava relacionada ao equipamento, especificamente ao sistema de fixação da garra no braço robótico.

Diante disso, procedeu-se ao mapeamento detalhado desse sistema de fixação, com o objetivo de compreender os fatores que contribuíam para o aumento no tempo de setup, bem como analisar seu princípio de funcionamento que de forma simples, é dado com a junção de duas bases por meio de um parafuso, conforme Figura 16.

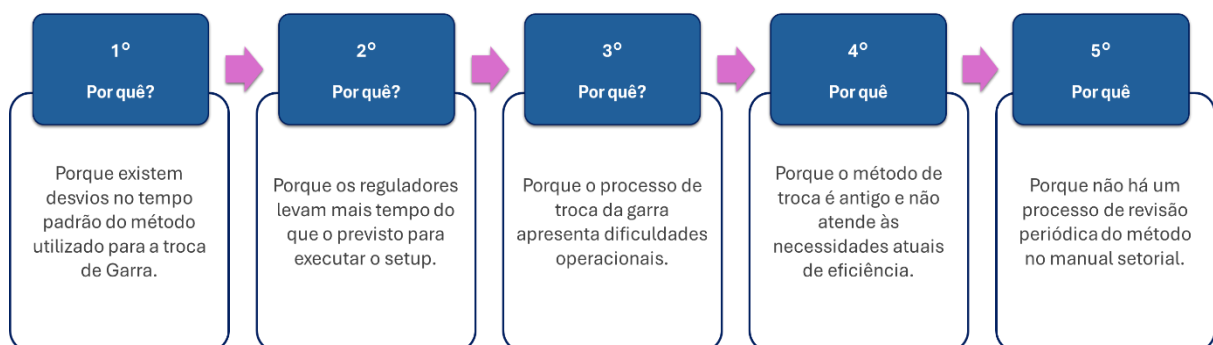
Figura 16 - Sistema de Fixação utilizado no processo de setup



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Verificou-se que as bases de fixação da garra e do braço robótico apresentavam condições inadequadas para a execução eficiente do processo, evidenciando desalinhamentos estruturais e torques fora dos parâmetros ideais. Essas inconformidades dificultavam o procedimento de parafusamento realizado pelo regulador de máquina. Constatou-se, ainda, que o método de fixação empregado era obsoleto, mantido ao longo do tempo por conveniência operacional. Com base nessas constatações, recorreu-se à ferramenta da qualidade conhecida como técnica dos 5 Por quê, com o intuito de aprofundar a investigação e identificar a causa raiz do problema, conforme Figura 17.

Figura 17 - Análise de Causa raiz pela ferramenta 5 porquês



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

A aplicação da ferramenta permitiu identificar que a causa raiz da discrepância entre os tempos de setup planejados pelo setor e os observados na prática está relacionada à ausência de um processo sistemático de revisão periódica do método de fixação da garra no manual setorial, bem como à falta de iniciativas contínuas voltadas à melhoria dessa atividade.

Evidenciou-se que o método de fixação foi inicialmente implantado, porém não foram realizadas avaliações subsequentes para verificar sua eficiência e eficácia diante do aumento da demanda produtiva enfrentado pela empresa. Para mitigar essa problemática, foram propostas melhorias no processo com foco na aplicação dos princípios do *Lean Manufacturing*, com destaque para a metodologia SMED, voltada à redução dos tempos de setup em operações industriais.

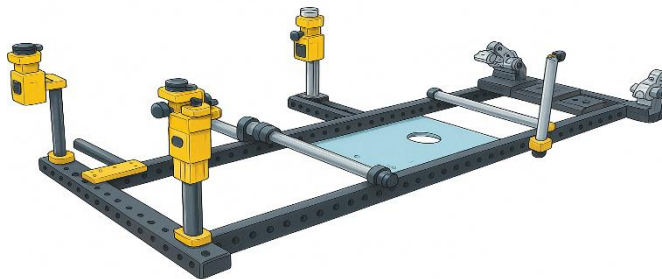
4.4 SOLUÇÕES PROPOSTAS

As soluções propostas estudadas no setor de injeção plástica para reduzir o tempo de setup de garra são descritas ao longo desse tópico.

4.4.1 Garra Universal

Considerando que o setup da garra tem se configurado como um fator limitante e gerador de perdas no processo produtivo, a primeira alternativa analisada foi a eliminação desse procedimento. Entre as possíveis soluções, destacou-se a proposta de desenvolvimento de uma garra universal capaz de atender a todos os modelos atualmente injetados na máquina 850E. Com isso, em vez de utilizar três garras distintas, o que exige operações de setup, seria utilizada uma única garra fixa acoplada ao braço robótico, conforme ilustrado na Figura 18.

Figura 18 - Proposta de garra universal para extração de peças




Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Para avaliar a viabilidade dessa proposta, foi conduzida uma pesquisa junto a potenciais fornecedores de garras universais, com o objetivo de compreender sua funcionalidade e aplicabilidade no contexto da operação. Entretanto, a partir da

análise de indicadores relacionados à qualidade, custo, prazo de entrega, disponibilidade de pessoal, segurança e aspectos ambientais, a proposta foi rejeitada pela gestão do setor.

A principal restrição observada esteve associada ao indicador de segurança, uma vez que a necessidade de ajustes manuais diretamente no braço robótico implicaria em maior tempo de exposição do operador à área da máquina injetora, conforme Quadro 9.

Quadro 9 - Avaliação da 1ª proposta apresentada para a gestão

Quality	Cost	Delivery	Management	Safety	Environment
 Sem problema de qualidade	 Alto Custo Planejado: 65k Real: 75k	 Operador gastará mais tempo regulando os parâmetros dimensionais da garra universal.	 Sem alteração Planejado: 1人 100% Real: 1人 100%	 Condição Insegura, afeta o colaborador por realizar os ajustes no próprio Robô.	 Sem alteração

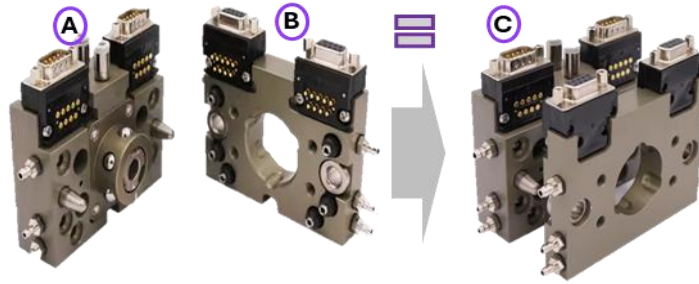
Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Diante da reprovação da proposta inicial, tornou-se necessário investigar novas alternativas, a fim de manter o compromisso com a melhoria contínua e enfrentar os desafios identificados no processo. A partir de pesquisas adicionais e interações com fornecedores e empresas do setor, por meio de *networking*, foi possível desenvolver uma nova proposta.

4.4.2 Sistema de Engate Rápido

Em um estudo conduzido diretamente com o fornecedor homologado pela empresa para equipamentos robóticos, foi identificada a existência de um sistema de engate rápido da Star Seiki, comercializado por meio da divisão Eins, sendo demonstrado na Figura 19.

Figura 11 - Dispositivo de engate rápido



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

A automação do sistema de engate representa uma estratégia eficaz para transformar etapas tradicionalmente demoradas em procedimentos rápidos e padronizados. Foi realizada a análise dos mesmos indicadores utilizados na avaliação da proposta anterior, e, com base nos resultados obtidos, a proposta foi aprovada pela gestão, conforme o Quadro 10.

Quadro 10 - Avaliação da 2ª proposta apresentada para a gestão

Quality	Cost	Delivery	Management	Safety	Environment
<p>Sem problema de qualidade</p>	<p>Custo Maior</p> <p>Atual Projetado</p> <p>65k 10k</p>	<p>O Dispositivo foi desenvolvido para reduzir o tempo de Configuração (Setup)</p>	<p>Sem alteração</p> <p>Planejado Real</p> <p>1人 1人</p> <p>100% 100%</p>	<p>Condição segura, reduz a exposição do colaborador no processo de Setup</p>	<p>Sem alteração</p>

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

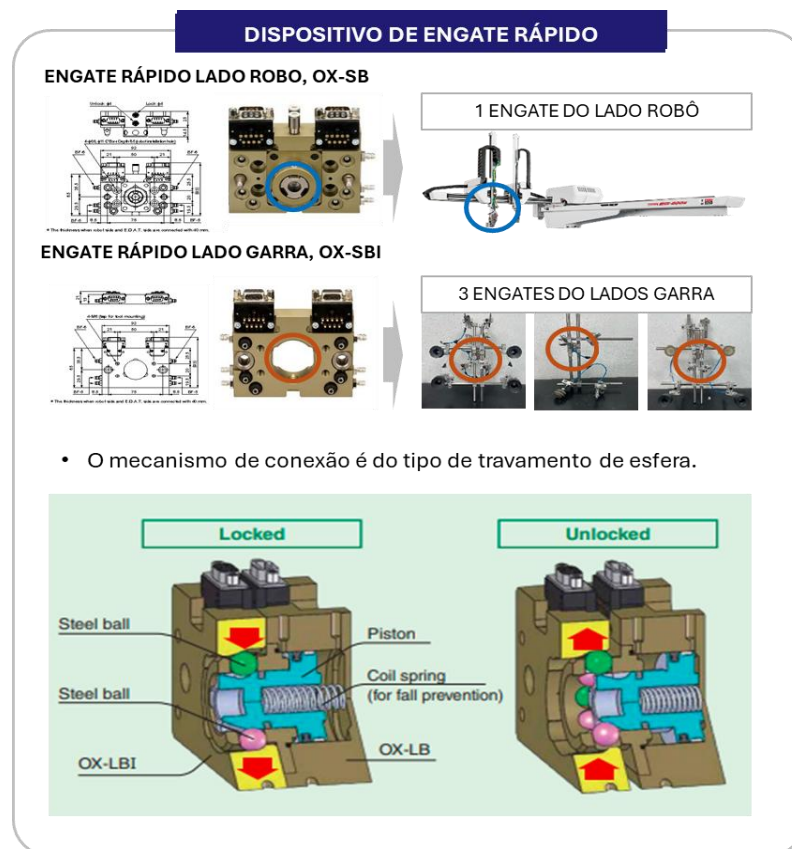
A tecnologia de engate rápido, possibilita um fluxo de produção mais ágil e adaptável, característica essencial para a implementação eficaz dos princípios do SMED. A substituição rápida das garras, fundamental para atender à variação de moldes e geometrias de peças, contribui para a viabilidade de lotes de produção menores e com maior frequência, alinhando-se às demandas de flexibilidade da manufatura moderna.

O sistema de engate rápido é projetado para permitir conexões e desconexões simples e seguras, minimizando a necessidade de ferramentas manuais e reduzindo significativamente o tempo gasto em ajustes mecânicos. Por meio de mecanismos de travamento automático e alinhamento preciso, o equipamento assegura a estabilidade

operacional e a repetibilidade do posicionamento da garra, fatores críticos para a qualidade do processo produtivo. O funcionamento do travamento é dado através do comando de aperto de um botão, eliminando assim qualquer processo de parafusamento e desparafusamento.

Além disso, o design modular do sistema facilita a manutenção preventiva e a adaptação a diferentes configurações de produção, aumentando a versatilidade da linha produtiva. A adoção de um sistema modular e eficiente de engate rápido configura-se, nesse contexto, não apenas como um avanço tecnológico, mas como um recurso estratégico voltado à elevação dos níveis de eficiência operacional, produtividade e competitividade industrial. O sistema e seu funcionamento estão ilustrados na Figura 20.

Figura 20 - Estudo e detalhamento do princípio da 2ª proposta

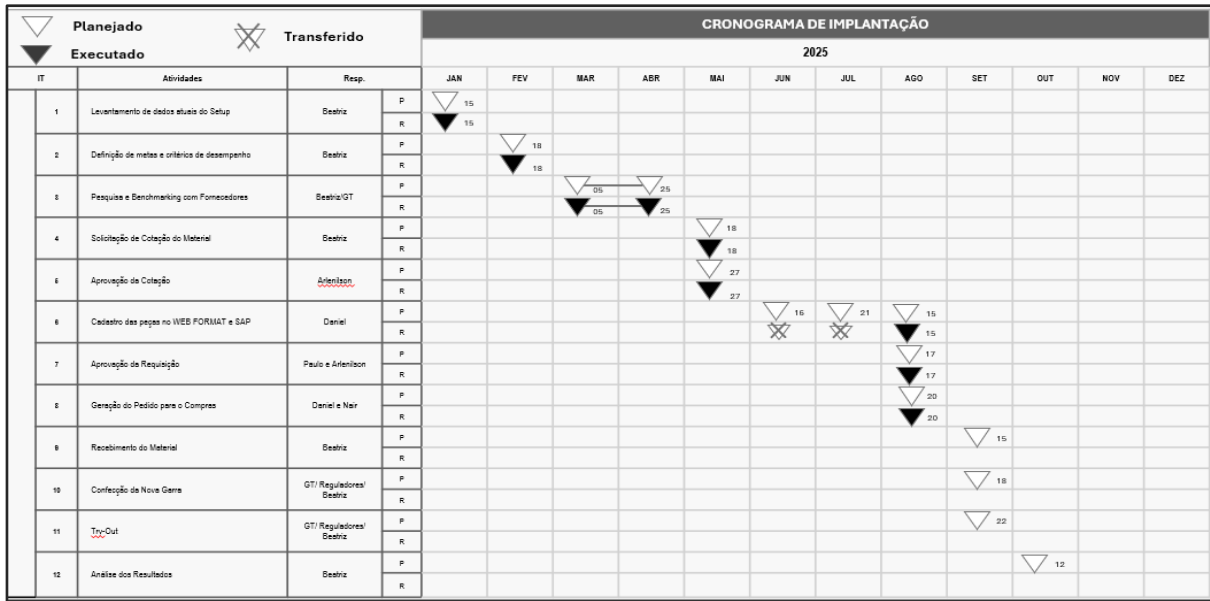


Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Com a aprovação da proposta pela gestão, elaborou-se um cronograma contemplando todas as etapas necessárias para a implantação do projeto de melhoria

no método de fixação da garra no braço robótico. O planejamento foi estruturado com base no ciclo PDCA, conforme ilustrado na Figura 21.

Figura 21 - Cronograma para implantação do dispositivo

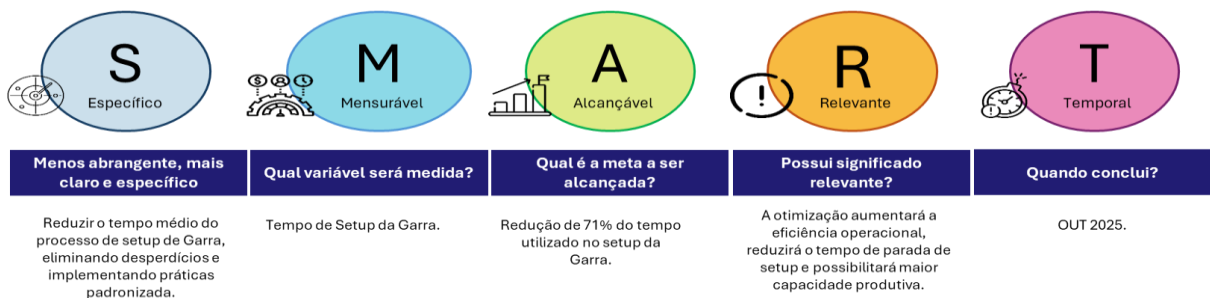


Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Com o levantamento das causas e a proposta de soluções para reduzir o tempo de setup de garra, foram definidos objetivos e metas com base na metodologia SMART, para garantir que os resultados esperados com a implementação do dispositivo fossem claros e mensuráveis. Cada meta foi formulada para ser específica, mensurável, alcançável, relevante e com prazo determinado, facilitando o acompanhamento do progresso do projeto e a avaliação dos benefícios alcançados.

Dessa forma, foi possível estabelecer indicadores objetivos para monitorar a redução do tempo de setup e o aumento da eficiência operacional, conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 12 - Objetivos de implantação definidos com a metodologia SMART



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

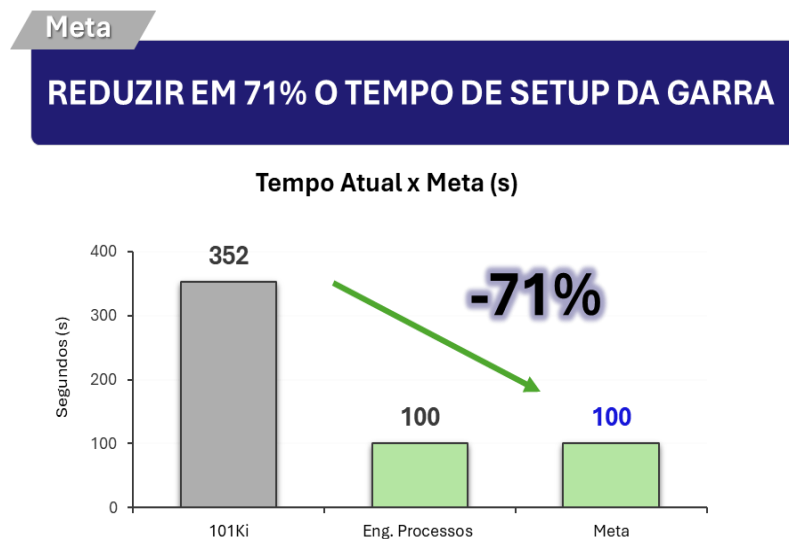
Após o estabelecimento dos objetivos específicos e mensuráveis, deu-se início à etapa de análise dos resultados, com o intuito de verificar a efetividade das ações propostas e sua relação com o problema inicialmente identificado. Nessa fase, foram examinados os indicadores de desempenho, comparados os dados obtidos antes e depois da aplicação das medidas.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise do estudo de caso permitiu compreender os principais desafios relacionados ao método de fixação da garra e identificar a solução mais adequada para otimizar o processo de setup, traçando seus objetivos.

A meta dos resultados que são esperados com o sistema de engate rápido foi traçada com base no planejamento setorial de setup, onde ele afirma no início do estudo de caso que o tempo em segundos planejado para o setup de garra é de 100s, reduzindo assim 71% do meu tempo real encontrado no processo. Os objetivos e metas mensuráveis são demonstrados na Figura 23.

Figura 23 - Meta traçada para o tempo de setup da garra



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

A adoção do dispositivo de engate rápido mostrou-se uma alternativa viável, alinhada com as práticas do *Lean Manufacturing* e capaz de promover melhorias significativas no fluxo produtivo. Com base nessa investigação, tornou-se possível avançar para a etapa de avaliação dos resultados obtidos após a implantação da solução.

O dispositivo passou por todas as fases de cotação, criação no número de pedidos no setor de compras, aprovação do pedido no sistema para assim ser entregue no setor solicitado. Por se tratar de questões burocráticas, houve atrasos

nos prazos de entrega, postergando assim a implantação do sistema no dia 22 de setembro conforme planejado no cronograma.

Mesmo com alguns problemas comerciais enfrentados para a aquisição do dispositivo, a resiliência e persistência se tornaram aliadas para o continuamento do projeto. Sendo assim, na segunda semana de outubro foi realizado o *try out* (primeiro teste) do dispositivo no braço robótico da injetora 850E com apoio do grupo técnico setorial, do representante técnico do fornecedor e da presente finalista.

O representante técnico realizou as ligações de vácuo na injetora para ocorrer o sistema de travamento pneumático na esfera do engate rápido, além de fixar o lado macho no robô e realizar os ajustes com o lado fêmea nas garras que são utilizadas naquela máquina.

A fixação do lado macho ocorreu tudo conforme o planejado, contudo, no lado fêmea, alguns parâmetros de dimensionamento não foram levados em consideração no planejamento do projeto e não foi possível realizar a fixação do dispositivo, era necessário estudar uma proposta para encaixar o lado fêmea na garra.

Com as dificuldades encontradas no 1º *try out* foi necessário propor ideias para resolver o problema encontrado, colocando em prática uma das skills de um engenheiro de produção, que é a resolução ágil de problemas.

Foi feito um *brainstorming* com as áreas técnicas interligadas à produção como: ferramentaria, grupo técnico e manutenção para buscar soluções baseadas em pessoas que possuem *know how* técnico. Uma proposta se tornou comum e foi realizada a sua confecção para validação no processo para verificar se ela iria ou não resolver a dificuldade de fixação do lado fêmea na garra.

A proposta consistiu em utilizar uma fresadora para alargar o furo de fixação dos parafusos, fazendo com que ele se encaixe de forma passante na antiga base de fixação, dessa forma, não foi necessário modificar a estrutura da garra que é padronizada e programada com essa configuração. O dispositivo de engate rápido no processo de fresagem é demonstrado na Figura 24 e o seu depois é mostrado na Figura 25.

Figura 24 - Realização do processo de fresagem no lado fêmea do dispositivo



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Figura 25 - Resultado do lado fêmea após o processo de fresagem



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Após o processo de fresagem foi realizado um teste apenas na base de fixação da garra para avaliar se essa solução proposta resolveu o problema identificado no *try out*, então foi realizada a fixação do lado fêmea na garra, como mostra a Figura 26.

Figura 26 - Teste de fixação na garra após a fresagem

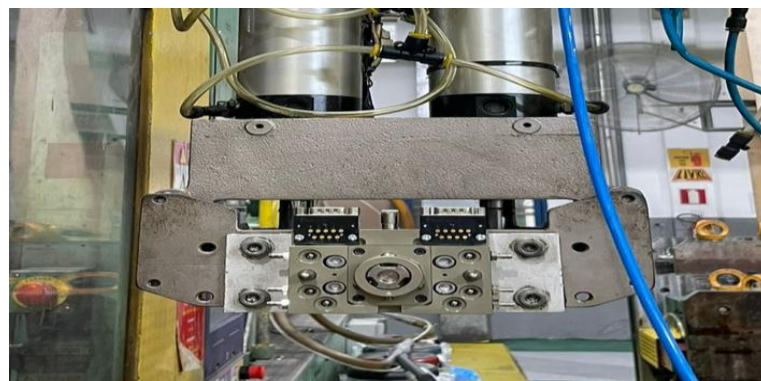


Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Como é observado na Figura 26, o lado fêmea conseguiu ser fixado na base da garra após o processo submetido, demonstrando que quando temos determinação e pessoas apoiando as ideias, conseguimos superar os desafios encontrados.

Com a fixação realizada, foi realizado um 2º *try out* em máquina para implantar o projeto, agora com as correções feitas. O *try out* foi realizado na última semana do mês de outubro e foi feito em conjunto com o grupo técnico setorial, o representante técnico do fornecedor, a ferramentaria e a presente finalista e é demonstrado na Figura 27.

Figura 27 - Dispositivo de engate rápido instalado no robô



Fonte: elaborado pela autora, 2025

A implantação foi realizada com sucesso e o dispositivo está em funcionamento na máquina injetora 850E, com um único objetivo: a redução no tempo de setup de garra. Após a instalação, foram mapeados durante 3 dias os setups da máquina para avaliação do novo método utilizado e conseqüentemente para medir os tempos de

setup de garra, com a mesma metodologia de cronoanálise abordada nas medições de tempo ao decorrer do estudo de caso; o levantamento desses dados é demonstrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Levantamento de tempos do setup de garra após a instalação do dispositivo de engate rápido

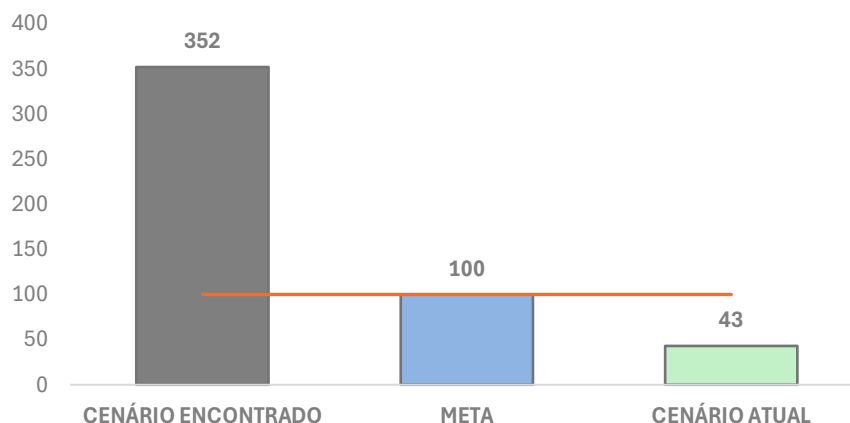
Dia	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Média
Setup Planejado	100s	100s	100s	100s	100s
Setup Real	43s	42s	43s	44s	43s

Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Com os tempos medidos e levantados observa-se que a média do tempo de setup de garra com o dispositivo é de 43s, o que representa a utilização de apenas 43% do meu tempo disponível e planejado.

Foi realizado a comparação dos tempos base o cenário encontrado no início do estudo de caso, a meta definida através da metodologia SMART e o resultado da implantação da proposta de melhoria, sendo essa avaliação demonstrada na Figura 28.

Figura 28 - Comparativo dos tempos (s) em cada cenário



Fonte: elaborado pela autora, 2025.

Ao comparar os resultados, observamos que reduzimos em 87,78% o tempo de setup da garra com a instalação do dispositivo de engate rápido. Além da redução de 43% além da meta estabelecida.

Após o método superar as expectativas e ser validado pela gestão, foi criado o padrão de serviço da atividade para que ela seja padronizada para todos os turnos, garantindo uma melhor gestão e utilização dos recursos, confirmando que as práticas e métodos SMED são fundamentais para a otimização do tempo de setup e tratando-se de um dispositivo, foi criado um cronograma para avaliações de checagem diária e manutenções preventivas, garantindo assim maior disponibilidade e desempenho do equipamento.

O manual setorial foi revisado com o objetivo de estabelecer a obrigatoriedade de uma análise periódica do método usado no processo de setup da garra, definindo que essa avaliação seja realizada anualmente. Essa medida busca assegurar que o procedimento aplicado permaneça alinhado às necessidades produtivas, considerando possíveis alterações no fluxo operacional, atualizações de equipamentos, variações nas características das peças ou mudanças nos padrões de qualidade e garantindo que a causa raiz do problema identificado não tenha reincidência.

6 CONCLUSÃO

Como exposto, para uma montadora de veículos de duas rodas que está em crescente expansão no mercado, otimizar os processos de seus setores é de um valor muito representativo.

O presente estudo de caso teve como foco a redução do tempo de setup da garra em uma injetora plástica, por meio da implementação do dispositivo de engate rápido. Conforme apresentado, para uma montadora de veículos de duas rodas em constante expansão no mercado, a otimização dos processos produtivos é um fator estratégico essencial, que impacta diretamente na eficiência, na produtividade e na competitividade da empresa.

O objetivo proposto foi plenamente alcançado, demonstrando que a metodologia aplicada, aliada ao comprometimento da equipe envolvida, resultou em maior eficiência no setup, redução de perdas produtivas e recuperação da capacidade operacional do setor. A adoção do dispositivo de engate rápido mostrou-se uma solução eficaz, capaz de transformar um gargalo produtivo em uma oportunidade de ganho de desempenho.

Com a melhoria implementada, foi possível eliminar a perda anual de 25.804 peças do modelo mais comercializado, além de acrescentar 5.836 peças à produção, devolvendo ao setor uma capacidade produtiva ampliada e consolidando o retorno positivo do investimento.

Diante dos resultados alcançados, o mesmo método será proposto para implementação em todo o parque de injeção da empresa, que contempla mais 10 injetoras, visando padronizar as práticas de setup e expandir os ganhos obtidos neste estudo. Essa ampliação reforça o potencial do projeto como referência para a melhoria contínua e a sustentabilidade dos processos produtivos.

Conclui-se, portanto, que a aplicação de métodos e tecnologias de otimização, como o engate rápido, representa uma estratégia viável e de alto impacto, contribuindo não apenas para o aumento da eficiência e da produtividade, mas também para o fortalecimento da competitividade industrial e para o desenvolvimento sustentável da organização.

REFERÊNCIAS

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

AQUILANI, B.; SILVESTRI, C.; RUGGIERI, A.; GATTI, C. **A systematic literature review on total quality management critical success factors and the identification of new avenues of research**. The TQM Journal, v. 29, n. 1, p. 184–213, 2017.

BARBOSA, R. F.; ALVES, M. B.; FREITAS, D. A. **Redução de tempo de setup em ambiente lean: estudo de caso em célula de injeção plástica**. Revista Produção Online, v. 23, n. 2, p. 1124–1143, 2023. Disponível em: <https://www.producaoonline.org.br/rpo/article/view/5319>. Acesso em: 12 ago. 2025.

BEGAM, M. S.; SWAMYNATHAN, R.; SEKKIZHAR, J. **Current trends on lean management – a review**. International Journal of Lean Thinking, v. 4, n. 2, p. 15–21, 2013.

BLACK, J. T. **O projeto da fábrica com futuro**. Porto Alegre: Bookman, 1998.

CALHADO, M. P.; FRANCE, L. D. A.; ROCHA, Y. B.; OLIVEIRA, F. M. V. B.; OLIVEIRA NETO, P. C. **Implantação do método de troca rápida de ferramentas no setor de usinagem em uma indústria de autopeças**. In: Anais do Encontro Nacional de Engenharia de Produção, 35., Fortaleza, CE, Brasil, 2015.

CARPINETTI, L. C. R. **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. São Paulo: Atlas, 2010.

CARVALHO, M. M.; PALADINI, E. P. **Gestão da qualidade: teoria e casos**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/directbitstream/78e23d11-8b04-40c7-a4ad-ae221b610689/Carvalho-2012-gestao.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2025.

CHEN, P. *et al.* **Simulation and experimental study in determining injection molding process parameters for thin-shell plastic parts via design of experiments analysis**. Expert System with Applications, v. 36, p. 10752–10759, 2009.

CORAZZA, E. J. **Otimização do tempo de setup no setor de usinagem, em uma empresa de processamento de alumínio de Joinville/SC – Brasil**. In: XXXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, João Pessoa, 2016.

CORRÊA, L. E. A.; CORRÊA, M. E. C. **Gestão de operações: estudo de tempos e movimentos**. Revista Latino-Americana de Inovação e Engenharia de Produção, v. 11, n. 19a, p. 22–42, 2012.

CRONOANÁLISE INDUSTRIAL. **Cronoanálise industrial**. Disponível em: <http://www.gestaodeproducao.com.br/servicos/cronoanalise/cronoanalise-industrial>. Acesso em: 23 ago. 2025.

DEWES, L. F. **Setor de Cronoanálise: estudo de caso em uma empresa de estamparia do Vale dos Sinos**. Universidade Feevale, Novo Hamburgo, 2010.

DORNFELD, D. F. **Fusão integrada de dados acústicos e de vibração para classificação de condições de ferramentas em fresamento**. Simpósio Internacional sobre Automação Flexível 2016 (ISFA). Anais... IEEE, 2016.

DRUCKER, P. **The best of Peter Drucker**. Nova York: Routledge, 2011. Disponível em: <http://www.forbes.com/sites/stevedenning/2014/07/29/the-best-of-peterdrucker/>. Acesso em: 27 ago. 2025.

EVANS, J. R. **Gerenciamento de operações e qualidade**. 3. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

FERNANDES, C., PONTES, A. J., VIANA, J. C., GASPAR-CUNHA, A. "**Modeling and Optimization of the Injection-Molding Process: A Review**." *Advances in Polymer*.

FERRAZ, F. S.; FAGUNDES, P. R. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/B4ndRqgR8768sgb94ZpGptB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 15 ago. 2025.

FIGUEIREDO, F. J. S.; OLIVEIRA, T. R. C.; SANTOS, M. B. P. A. **Estudo de tempos em uma indústria e comércio de calçados e injetados Ltda**. In: XXXI Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Belo Horizonte/MG, 2011, p. 13–26.

FOGLIATTO, F. S.; FAGUNDES, P. R. **Troca rápida de ferramentas: proposta metodológica e estudo de caso**. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/B4ndRqgR8768sgb94ZpGptB/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 10 ago. 2025.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. (org.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GEROLAMO, M. C.; POLTRONIERI, C. F.; YAMADA, T. T.; CINTRA, A. L. B. **Quality Management: How do Brazilian Companies use it? Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 143, p. 995–1000, 2014.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

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.

GONZALEZ, A.; MAFFIA, E. G. **Development of a Material for Manufacturing a Mold for Plastic Injection**. *Materials Research*, v. 20, n. 5, p. 1414–1417, 7 ago. 2017.

GROOVER, M. P. **Fundamentos da engenharia de manufatura e processos de produção**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2015.

HENNINGA, E.; WALTERB, O. M. C. F.; SOUZA, N. S.; SAMOHYLB, R. W. **Um estudo para a aplicação de gráficos de controle estatístico de processo em indicadores de qualidade da água potável**. *Sistemas & Gestão*, v. 9, n. 1, 2014.

LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Marina de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2003.

LINS, B. F. E. **Ferramentas básicas da qualidade. Ciência da Informação, [S. l.], 2013**. Disponível em: <https://br.monografias.com/trabalhos915/ferramentas-basicas-da-qualidade/ferramentas-basicas-da-qualidade.shtml>. Acesso em: 17 ago. 2025.

LOPES, J. P. P.; BOVÉRIO, M. A.; SILVA, D. P. **Metodologia Single Minute Exchange of Die (SMED): pesquisa de revisão bibliográfica**. *Ciência & Tecnologia: FATEC-JB*, v. 16, n. 1, e16118, 2024. Disponível em: <https://revistas.fatecjbales.edu.br/revista-fatec/article/view/16118>. Acesso em: 12 ago. 2025.

MICHELINO, G. **Estudo de tempos e supervisores**. 2. ed. São Paulo: Publicações Educacionais Limitada, 1964.

MULLER, R. M. **Integração do método SMED ao método de custeio ABC no diagnóstico de prioridades de melhoria nas operações de setup**. Curitiba, PR, 2007. Disponível em: http://www.pgmecc.ufpr.br/dissertacoes/dissertacao_081_roger_mario_muller.pdf. Acesso em: 02 ago. 2025.

OLIVEIRA, D. P. R. **Administração de recursos humanos**. 17. ed. São Paulo: Atlas, 2014.

OLIVEIRA, J. C. G. **Estudo dos tempos e métodos, cronoanálise e racionalização industrial**. 2012. Disponível em: <https://www.administradores.com.br/artigos/estudo-dos-tempos-e-metodos-cronoanalise-e-racionalizacao-industrial>. Acesso em: 12 set. 2025.

PAIVA, E. C. **A utilização do método SMART para definir os objetivos estratégicos da liderança: um estudo de caso aplicado em um fornecedor de peças plásticas da indústria automobilística**. Taubaté - SP, 2016. Monografia (Especialização em Gestão Empresarial) – Universidade de Taubaté. Disponível em: <http://repositorio.unitau.br:8080/jspui/bitstream/20.500.11874/1231/1/Edson%20de%20Carvalho%20Paiva.pdf>. Acesso em: 03 set. 2025.

RAMEEZ, H. M.; INAMDAR, K. H. **Areas of lean manufacturing for productivity improvement in a manufacturing unit**. *World Academy of Science, Engineering and Technology*, v. 4, n. 9, p. 890–893, 2010.

SANTOS, L. C. F. **Obtendo vantagem competitiva através do alinhamento do setor de suprimentos às estratégias competitivas de uma empresa de distribuição de energia.** Niterói - RJ, 2018. Monografia (Bacharel em Engenharia de Produção) – Universidade Candido Mendes. Disponível em: <https://www.candidomendes.edu.br/wp-content/uploads/2019/10/OBTENDO-VANTAGEM-COMPETITIVA-ATR>. Acesso em: 12 ago. 2025.

SATOLO, E. G.; CALARGE, F. A. **Troca rápida de ferramentas: estudo de casos em diferentes segmentos industriais.** *Exacta*, v. 6, n. 2, p. 283–296, 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico.** 24. ed. São Paulo: Cortez, 2017.

SHINGO, S. **Single Minute Exchange of Die: uma abordagem revolucionária para redução de setup.** São Paulo: IMAM, 2018.

SHINGO, S. **Sistema de troca rápida de ferramenta: uma revolução nos sistemas produtivos.** 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 1996.

SHINGO, S. **Sistema de Troca Rápida de Ferramentas: Uma Revolução dos Sistemas Produtivos.** Porto Alegre: Bookman, 2000.

SILVA, J. H. R. **Utilização da troca rápida de ferramentas para a redução do tempo de setup em uma linha de envase de defensivos agrícolas.** Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021.

SOUZA, G. **A fórmula do sucesso.** Rio de Janeiro: Instituto Souza Training, 2015.

TOLEDO, A.; MARTINS, L.; ALMEIDA, R. **Qualidade total e satisfação do cliente: conceitos e aplicações.** São Paulo: Atlas, 2013.

TRIVIÑOS, Antônio Nunes. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: educação, administração, comunicação, serviço social.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 1987.

XUNDAO, L. **Eficiência em processos de injeção plástica.** Pequim: Science Press, 2017.