

**UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ**

**RODOLFO CROZARIOL CESAR**

**VINICIUS DE ALMEIDA VEROL NOGUEIRA**

**Aplicação de Indicadores-Chave de Desempenho  
(KPIs) na Indústria 4.0: Evolução da Qualidade e  
Eficiência dos Processos Organizacionais:**

**Um estudo de caso único**

**Taubaté – SP**

**2023**

**RODOLFO CROZARIOL CESAR**  
**VINICIUS DE ALMEIDA VEROL NOGUEIRA**

**Aplicação de Indicadores-Chave de Desempenho  
(KPIs) na Indústria 4.0: Evolução da Qualidade e  
Eficiência dos Processos Organizacionais:**

**Um estudo de caso único**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

Orientador: Prof. Msc. Paulo Cesar Corrêa Lindgren

Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Msc. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren

**Taubaté – SP**

**2023**

**Grupo Especial de Tratamento da Informação - GETI  
Sistema Integrado de Bibliotecas – SIBi  
Universidade de Taubaté - Unitau**

N778a Nogueira, Vinicius de Almeida Verol  
Aplicação de indicadores-chave de desempenho (KPIs) na indústria 4.0:  
evolução da qualidade e eficiência nos processos organizacionais: um  
estudo de caso único / Vinicius de Almeida Verol Nogueira, Rodolfo Crozariol  
Cesar. -- 2023.  
39 f. : il.

Monografia (graduação) – Universidade de Taubaté, Departamento de  
Engenharia Mecânica e Elétrica, 2023.

Orientação: Prof. Me. Paulo Cesar Corrêa Lindgren, Departamento de  
Engenharia Mecânica.

Coorientação: Prof. Me. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren,  
Departamento de Engenharia Mecânica.

1. Insights. 2. Indústria 4.0. 3. KPIs. 4. Eficiência. I. Universidade de  
Taubaté. Departamento de Engenharia Mecânica. Graduação em  
Engenharia de Produção Mecânica. II. Cesar, Rodolfo Crozariol.

CDD – 658.5

**RODOLFO CROZARIOL CESAR  
VINICIUS DE ALMEIDA VEROL NOGUEIRA**

**Aplicação de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) na  
Indústria 4.0: Evolução da Qualidade e Eficiência dos  
Processos Organizacionais: Um estudo de caso único**

Trabalho de Graduação apresentado para obtenção do Certificado de Graduação do curso de Engenharia Mecânica do Departamento de Engenharia Mecânica da Universidade de Taubaté.

DATA: 30/11/2023.

RESULTADO: APROVADO.

**BANCA EXAMINADORA:**

Prof. Msc. Paulo Cesar Corrêa Lindgren

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Prof<sup>a</sup>. Msc. Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Prof. Me. José Carlos Sávio de Souza

UNIVERSIDADE DE TAUBATÉ

Assinatura:  \_\_\_\_\_

Taubaté-SP  
2023

Eu, Rodolfo, dedico este trabalho aos meus pais, aos amigos pela paciência, aos meus professores, e todos que foram essenciais na minha vida e trajetória até o momento.

Eu, Vinicius Nogueira, dedico este trabalho principalmente a mim mesmo, pelo meu esforço e dedicação perante ele. Agradeço a Deus pela benção do trabalho e toda jornada até o presente momento. Agradeço a minha família, pais, futura esposa, avós, e todos que contribuíram para a minha graduação.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos à Universidade de Taubaté – UNITAU, pelos seus recursos e profissionais qualificados que colaboraram para a nossa formação acadêmica.

Ao meu orientador, Paulo Cesar Corrêa Lindgren, pela constante motivação, estímulo, atenção e compartilhamento de conhecimentos que foram cruciais na condução deste trabalho.

À professora coorientadora Maria Regina Hidalgo de Oliveira Lindgren e ao professor convidado José Carlos Savio de Souza, por aceitarem prontamente compor a banca examinadora e por agregar conhecimentos valiosos para o meu crescimento profissional.

## RESUMO

Este trabalho de conclusão de curso (TCC) aborda a relação entre a Indústria 4.0 e a evolução da qualidade por meio da aplicação estratégica de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) nos processos organizacionais. O estudo se concentra em um caso específico para examinar como a implementação de KPIs influenciou positivamente a otimização de um processo industrial. A pesquisa analisa os KPIs selecionados, sua relação com as metas de desempenho estabelecidas e os impactos observados na eficácia geral do processo. Ao desenvolver essa ideia, o trabalho visa fornecer “*insights*” sobre a importância dos KPIs na tomada de decisões informadas para melhorar a eficiência operacional na era da Indústria 4.0.

**Palavras-chave:** Insights. Indústria 4.0. KPIs. Eficiência.

## **ABSTRACT**

This course completion work (TCC) addresses the relationship between Industry 4.0 and the evolution of quality through the strategic application of Key Performance Indicators (KPIs) in organizational processes. The study focuses on a specific case to examine how the implementation of KPIs positively influenced the optimization of an industrial process. The research analyzes the selected KPIs, their relationship with the established performance goals and the impacts observed on the overall effectiveness of the process. In doing so, the work aims to provide insights into the importance of KPIs in making informed decisions to improve operational efficiency in the Industry 4.0 era.

**KEYWORDS:** Insights. Industry 4.0. KPIs. Efficiency.



## **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1 – Taxa de perdas no mês de Setembro de 2023

Figura 2 – Modelo Diagrama de Ishikawa

Figura 3 – 5S

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

<b>DMAIC</b>	<i>Define, Measure, Analise, Improve, Control</i> (Definir, Medir, Analisar, Melhorar, Controlar)
<b>ERP</b>	<i>Enterprise Resource Planning</i> (Planejamento dos Recursos da Empresa)
<b>ITO</b>	<i>Input, Transformação, Output</i>
<b>JIT</b>	<i>Just in Time</i> ("O Justo, A Tempo")
<b>MRP</b>	<i>Material Resources Planning</i> (Planejamento das Necessidades de Materiais)
<b>PDCA</b>	<i>Plan, Do, Check, Act</i> (Planejar, Fazer, Checar, Agir)
<b>SMED</b>	<i>Single Minute Exchange of Die</i> (Troca Rápida de Ferramentas)
<b>SIPOC</b>	<i>Supplier, Input, Process, Output, Customer</i>
<b>VSM</b>	<i>Total Productive Maintenance</i> (Manutenção Produtiva Total)
<b>TPM</b>	<i>Value Stream Mapping</i> (Mapeamento do Fluxo de Valor)
<b>KPI</b>	Key Performance Indicators (Indicadores chave de desempenho)

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Objetivos</b>	<b>14</b>
<b>1.1.1 Objetivo Geral</b>	<b>14</b>
<b>1.1.2 Objetivo Específico</b>	<b>14</b>
<b>1.2 Delimitação do estudo</b>	<b>15</b>
<b>1.3 Relevância do estudo</b>	<b>15</b>
<b>1.4 Organização do trabalho</b>	<b>15</b>
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b>	<b>16</b>
<b>2.1 A indústria automobilística – uma evolução histórica em linhas gerais</b>	<b>16</b>
<b>2.2 A fabricação de autopeças</b>	<b>16</b>
<b>2.3 O Sistema Toyota de Produção – origem e evolução</b>	<b>17</b>
<b>2.4 Os principais desperdícios e as ferramentas para combatê-los</b>	<b>18</b>
<b>2.5 O planejamento e controle da produção e os problemas de parada de linha</b>	<b>19</b>
<b>2.6 Ferramentas da qualidade</b>	<b>20</b>
<b>2.7 Tendências Futuras</b>	<b>22</b>
<b>3 METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
<b>3.1 Tipos de pesquisa</b>	<b>24</b>

<b>3.2 Estudo de caso</b>	<b>24</b>
<b>4 DESENVOLVIMENTO</b>	<b>27</b>
<b>4.1 Caracterização da empresa Alfa e seus produtos e processos</b>	<b>27</b>
<b>4.2 Os problemas de parada de linha por falta de peças</b>	<b>27</b>
<b>4.3 Aplicação das ferramentas de melhoria contínua</b>	<b>30</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>33</b>
<b>5.1 Propriedades</b>	<b>33</b>
<b>5.2 Validade</b>	<b>34</b>
<b>6 CONCLUSÃO</b>	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>36</b>

## 1 INTRODUÇÃO

No cenário empresarial dos últimos anos, a evolução tecnológica está redefinindo de forma radical forma como as organizações operam, produzem e competem. A revolução industrial 4.0, marcada pela convergência de tecnologias digitais avançadas, automação, conectividade em tempo real e análise de dados, está transformando as fábricas e os processos organizacionais em todo o mundo. No contexto citado, a aplicação de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) emerge como um elemento crítico para a gestão estratégica e aprimoramento contínuo das operações, ou, conforme o nome do setor presente “melhoria contínua”.

Este trabalho explora de forma abrangente a interseção entre a Indústria 4.0 e a gestão de desempenho por meio dos KPIs, focalizando especificamente na "Evolução da Qualidade e Eficiência dos Processos Organizacionais", de forma que os KPIs consigam expor a necessidade de uma maior atenção em determinado processo, máquina etc. À medida que as empresas adotam tecnologias como Internet das Coisas (IoT), Inteligência Artificial (IA) e análise de *big data* para impulsionar a produção e a tomada de decisões, a necessidade de medir, monitorar e otimizar o desempenho torna-se contundente.

Neste estudo, será investigado como os KPIs se tornaram não apenas ferramentas de medição, mas também um pilar essencial para a gestão ágil e dinâmica, orientada por dados na era da Indústria 4.0. Será examinado como os indicadores de desempenho tradicionais evoluíram para se adaptar às demandas da produção inteligente, destacando os benefícios tangíveis que as organizações podem colher ao alinhar seus KPIs com os objetivos estratégicos.

Ao longo deste trabalho, será apresentado um estudo de caso, análises comparativas e melhores práticas que ilustram como as empresas estão efetivamente aplicando KPIs para impulsionar melhorias na qualidade, eficiência e competitividade em um ambiente industrial em constante evolução. Além disso, serão discutidos os desafios e as considerações éticas relacionadas à coleta e análise de dados em tempo real em um contexto de Indústria 4.0.

Em última análise, este estudo visa fornecer uma visão profunda e abrangente sobre o uso estratégico de KPIs, demonstrando como essa combinação está moldando a forma como as organizações gerenciam, analisam e aprimoram seus processos organizacionais visando alcançar um desempenho excepcional e sustentável em um ambiente empresarial cada vez mais digital e competitivo.

## **1.1 Objetivos**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

A finalidade principal deste projeto consistirá em expor uma análise de caso conduzida na empresa Alfa, referente à variabilidade padrão, em que a ausência de indicadores dificultava a avaliação do desempenho e da eficácia da área. Será abordada a contextualização das abordagens e instrumentos empregados para resolver a questão em pauta.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

1. Investigar o papel da Indústria 4.0 na transformação dos processos industriais e na busca pela qualidade;
2. Analisar a aplicação de KPIs como ferramenta para aprimorar a eficiência operacional;
3. Avaliar como a implementação estratégica de KPIs impacta positivamente a otimização de um processo organizacional;
4. Examinar a relação entre os KPIs escolhidos e as metas de desempenho estabelecidas.;
5. Fornecer recomendações práticas para a implementação eficaz de KPIs na busca pela qualidade e eficiência.

## **1.2 Delimitação do estudo**

Este trabalho será delimitado apenas a questões voltadas as aplicações dos indicadores-Chave de desempenho (KPIs) na indústria 4.0, dando maior ênfase contextual às ferramentas *VSM*, *Kanban* e *Kaizen*.

## **1.3 Relevância do estudo**

A pesquisa em foco é de extrema relevância, abordando temas essenciais para o progresso das indústrias de manufatura e de diversos outros setores. Este estudo evidencia a importância da instauração de uma cultura direcionada para a aplicação contínua de indicadores nas organizações.

## **1.4 Organização do trabalho**

Este trabalho está organizado em cinco capítulos:

No primeiro capítulo, são apresentados a Introdução, que engloba o objetivo geral, objetivos específicos, delimitação do tema, a relevância do estudo e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo, intitulado Revisão de Literatura, oferece uma contextualização sobre a origem e os princípios do Lean Manufacturing, bem como a história das indústrias automobilísticas e fabricantes de autopeças.

No terceiro capítulo, abordamos a Metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho.

Os capítulos quatro e cinco discutem, respectivamente, os Resultados e as Conclusões, culminando com as Referências Bibliográficas.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A importância dos KPIs na Indústria 4.0

A aplicação de KPIs na Indústria 4.0 é crucial para monitorar o desempenho das operações. Segundo Porter et al. (1985), os KPIs fornecem uma visão clara do estado dos processos e ajudam as organizações a identificarem áreas de melhoria, antecipar problemas e tomar decisões estratégicas com base em dados objetivos. Eles atuam como indicadores críticos para a tomada de decisões em tempo real e aprimoram a agilidade operacional.

Os Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) são fundamentais na Indústria 4.0 por várias razões. Eles permitem medir o desempenho de forma objetiva, suportam a tomada de decisões informadas em tempo real, possibilitam o monitoramento contínuo de processos, a otimização de operações, a avaliação da qualidade, aumentam a competitividade, promovem a transparência, e apoiam a inovação. Além disso, KPIs auxiliam na avaliação de metas estratégicas e podem ser personalizados para atender às necessidades específicas de cada organização. Em resumo, eles desempenham um papel vital no ambiente industrial altamente digital e competitivo da Indústria 4.0, segundo Parmenter (2017).

### 2.2 Tipos de KPIs na indústria 4.0

- a) KPIs de eficiência operacional: como OEE – Efetividade Global do Equipamento (*Overall Equipment Effectiveness*) que mede a eficiência global de equipamentos e máquinas, TEEP (*Total Effective Equipment Performance*) que avalia a disponibilidade, desempenho e qualidade dos equipamentos; MTBF (*Mean Time Between Failures*) e MTTR (*Mean Time To Repair*) que avaliam o tempo médio entre falhas e o tempo médio para reparos, respectivamente, segundo Parmenter (2017).
- b) KPIs de qualidade: taxa de defeitos que mede a proporção de produtos defeituosos em relação ao total produzido; taxa de retrabalho que avalia a quantidade de retrabalho necessário para corrigir defeitos; taxa de rejeição que indica a porcentagem de produtos rejeitados durante o controle de qualidade – nota que além



da quantidade (em unidades) de peças em desvio, é importante salientar o uso do indicar em função do custo, segundo Parmenter (2017).

c) KPIs de desempenho financeiro: ROI (*Return on Investment*) que mede o retorno sobre o investimento em tecnologias e processos; custo por unidade produzida que avalia o custo médio de produção por unidade; margem de lucro que indica a diferença entre receitas e custos de produção, segundo Parmenter (2017).

d) KPIs de satisfação do cliente: NPS (*Net Promoter Score*) que avalia a satisfação dos clientes e a probabilidade de recomendação da empresa; tempo de entrega que mede o tempo necessário para entregar produtos aos clientes. É importante salientar que, no caso da empresa Alfa, os KPIs de satisfação dos clientes eram feitos pelo próprio cliente, onde cada um com seu próprio método de cálculo – em alguns casos, existem clientes que exigem reuniões por período e, caso não seja atingido a meta, acontecem casos de débito referente ao contrato, segundo Parmenter (2017).

e) KPIs de manutenção preventiva que mede a porcentagem de manutenção preventiva *versus* corretiva e avalia a eficácia da manutenção preventiva na redução de falhas, segundo Parmenter (2017).

Existem outros KPIs que são importantes para as indústrias. A seleção dos KPIs adequados depende dos objetivos específicos de cada empresa e do setor industrial em que atuam. É importante escolher KPIs que estejam alinhados com a estratégia e metas da organização, segundo Parmenter (2017).

### **2.3 A evolução da qualidade com os KPIs e o aprimoramento da eficiência**

A evolução da qualidade na indústria é significativamente impulsionada pela utilização de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs). Esses indicadores proporcionam medições objetivas do desempenho da qualidade, permitindo a detecção precoce de problemas, a identificação de tendências e a priorização de áreas de melhoria. Além disso, os KPIs ajudam a reduzir custos, aumentam a satisfação do cliente e promovem uma cultura de qualidade, tornando-se ferramentas essenciais para aprimorar a qualidade dos produtos e serviços em um ambiente industrial, segundo Yin (2001).

Ao monitorar continuamente a qualidade através dos KPIs, as organizações podem tomar medidas informadas agilmente para garantir que os padrões de qualidade sejam mantidos e aprimorados ao longo do tempo. Isso não apenas beneficia os resultados financeiros da empresa, mas também fortalece sua reputação no mercado, o que é crucial em um cenário competitivo, segundo Parmenter (2017).

## **2.4 Os principais desafios e barreiras na implementação dos KPIs**

A implementação de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) na Indústria 4.0 pode ser desafiadora devido a uma série de barreiras e obstáculos. Um dos desafios mais proeminentes é a integração de tecnologias e sistemas, já que a Indústria 4.0 envolve a convergência de diversas tecnologias, como Internet das Coisas (IoT) e automação avançada. A integração eficiente desses sistemas para coletar e processar os dados necessários para os KPIs é uma tarefa complexa, segundo Yin (2001).

Além disso, a qualidade e consistência dos dados são cruciais para a precisão dos KPIs. Garantir que os dados coletados sejam confiáveis e consistentes ao longo do tempo é um desafio fundamental. Outra barreira significativa é a segurança de dados e a privacidade. Com a enorme quantidade de dados gerados, proteger esses dados contra ameaças cibernéticas e garantir a conformidade com regulamentos de privacidade torna-se um desafio crítico, segundo Yin (2001).

Os custos de implementação também são um ponto a ser considerado, pois a adoção de tecnologias avançadas e a implementação de sistemas para KPIs podem ser dispendiosas. Justificar esses investimentos em termos de benefícios esperados é uma preocupação comum para as organizações. Além disso, a cultura organizacional desempenha um papel importante, pois a adoção de KPIs requer uma cultura que valorize a coleta de dados e a análise baseada em dados, e essa mudança cultural pode encontrar resistência entre os funcionários, segundo Cassettari (2009).

Outro desafio é a capacitação de pessoal. A Indústria 4.0 demanda profissionais com habilidades técnicas e de análise de dados, e a atração e retenção de talentos com essas competências podem ser desafios. A seleção de KPIs

relevantes para medir o desempenho é uma tarefa crítica, já que KPIs mal escolhidos podem levar a decisões inadequadas, segundo Parmenter (2017).

Além disso, a crescente quantidade de dados gerados pela Indústria 4.0 requer soluções eficazes para lidar com esses volumes de dados, armazená-los e processá-los de maneira eficiente. A resistência à mudança por parte dos funcionários, especialmente quando a introdução de KPIs implica em mudanças nas rotinas de trabalho, é um desafio importante a ser superado, segundo Cassetari (2009).

Finalmente, a manutenção e atualização contínua dos sistemas de coleta e análise de dados representam um desafio constante. Essas barreiras e desafios exigem uma abordagem estratégica e bem planejada para a implementação bem-sucedida de KPIs na Indústria 4.0, segundo Cassetari (2009).

## **2.5 Paradas de linha de produção**

Existem diversas perdas que ocorrem em uma indústria, porém, ao serem reconhecidas, as chances de aprimorar a eficácia dos processos aumentam. O reabastecimento incorreto de itens, um fluxo inadequado, são alguns dos fatores que contribuem para a ocorrência de falhas de peças no momento da produção, resultando nas indesejáveis paradas de linha. De acordo com Silveira (2016), existem dezesseis tipos de perdas que interferem na eficiência do processo de uma indústria, que são:

- a) Falhas Administrativas;
- b) Falhas Operacionais;
- c) Desorganização;
- d) Logística;
- e) Desligamento ou Parada;
- f) Setups;
- g) Defeito e retrabalho.

## 2.6 Ferramentas da qualidade

Por se tratar de melhoria contínua, existem vários métodos e ferramentas para que o processo de mudança seja efetivo (NÚÑEZ, 2016). Com relação ao Estudo de Caso relacionado à empresa Alfa, ferramentas e métodos conduziram o processo de melhoria na empresa, tais como:

- a) Kaizen;
- b) 5 Porquês;
- c) Diagrama de Ishikawa ou Diagrama de Espinha de Peixe;
- d) Six Sigma;
- e) PDCA;
- f) FMEA;
- g) Análise de Pareto;
- h) Controle Estatístico de Processo (CEP);
- i) Benchmarking;
- j) Auditorias de qualidade;

De acordo com Kaoru Ishikawa (1986) - que foi quem desenvolveu o sistema - o diagrama de Ishikawa, também conhecido como "Diagrama de Causa e Efeito" (espinha de peixe), é uma ferramenta de qualidade que desempenha um papel fundamental na identificação e análise das causas de um problema, principalmente na indústria 4.0. Kaoru Ishikawa, um renomado engenheiro de qualidade japonês, é amplamente utilizado em diversos setores, incluindo a indústria automotiva.

Uma das principais relevâncias do Diagrama de Ishikawa é a sua habilidade em auxiliar equipes na identificação das causas raiz de problemas. Ao criar esse diagrama, a equipe é estimulada a reconhecer todas as possíveis razões por trás de

um problema, o que é essencial para o desenvolvimento de soluções efetivas. Isso proporciona uma base sólida para a resolução do problema, tratando suas origens em vez de apenas os sintomas evidentes.

O Diagrama de Ishikawa estabelece uma estrutura visual que categoriza as causas de maneira semelhante a uma espinha de peixe. Essas categorias podem abranger elementos como pessoal, procedimentos, maquinário, matéria-prima e ambiente. Essa organização viabiliza uma análise mais metódica e minuciosa das causas subjacentes do problema. A clareza nas relações entre as causas facilita a compreensão do problema em sua totalidade.

Outro aspecto fundamental do Diagrama de Ishikawa é sua capacidade de fomentar a colaboração entre diferentes áreas. O processo de criação desse diagrama frequentemente envolve a colaboração de diversas partes interessadas, como engenheiros, operadores, especialistas em qualidade e outros profissionais. Esse ambiente colaborativo estimula a discussão e a troca de ideias, permitindo a consideração de múltiplas perspectivas na análise das causas do problema.

A representação gráfica das causas em um único diagrama ajuda a equipe a tomar decisões embasadas. Com essa visualização das causas, a equipe pode estabelecer prioridades e concentrar seus esforços nas áreas mais críticas. Isso contribui para a alocação eficiente de recursos na resolução do problema, minimizando o impacto nas operações.

Além de ser uma ferramenta de resolução de problemas, o Diagrama de Ishikawa desempenha um papel importante na prevenção de problemas futuros. Ao identificar as possíveis causas de um problema, a equipe pode desenvolver medidas preventivas que evitem ocorrências semelhantes no futuro, contribuindo assim para a melhoria contínua da qualidade.

Resumindo, o Diagrama de Ishikawa é uma ferramenta essencial na gestão da qualidade e na solução de problemas, auxiliando na identificação das causas raiz, promovendo uma análise estruturada, incentivando a colaboração interdisciplinar, facilitando a tomada de decisões embasadas e contribuindo para a

prevenção de problemas futuros. É uma técnica valiosa que desempenha um papel crucial na busca pela excelência em diversos setores.

## **2.7 Tendências Futuras**

A aplicação de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) na Indústria 4.0 está evoluindo em várias direções importantes. Uma tendência notável é a crescente utilização de Inteligência Artificial (IA) e análise avançada de dados para a definição e medição de KPIs. Algoritmos de aprendizado de máquina podem identificar insights em grandes volumes de dados, proporcionando KPIs mais sofisticados e precisos, segundo Jannuzzi (2017).

Outra tendência é a incorporação de elementos preditivos nos KPIs, permitindo que as organizações identifiquem problemas antes de eles ocorrerem e tomem medidas preventivas. A automação dos processos de coleta e análise de dados para KPIs também se torna mais comum, economizando tempo e minimizando erros. A Internet das Coisas (IoT) desempenha um papel crucial, fornecendo dados em tempo real que são integrados aos KPIs para monitoramento instantâneo de equipamentos, qualidade e processo, segundo Yin (2001).

Além disso, a ênfase crescente na sustentabilidade se reflete na criação de KPIs relacionados ao consumo de recursos naturais, emissões de carbono e práticas ambientalmente responsáveis. A segurança cibernética também é uma prioridade, e KPIs relacionados à segurança de dados e à detecção de ameaças cibernéticas ganham importância, segundo Cassetari (2009).

A personalização de KPIs com base nas metas e necessidades específicas de cada organização torna-se uma tendência, tornando-os altamente adaptáveis. Também há um foco crescente na qualidade de vida dos trabalhadores, com KPIs relacionados ao bem-estar, segurança e satisfação dos funcionários. Além disso, a transformação das cadeias de suprimentos em cadeias de suprimentos inteligentes impulsiona o desenvolvimento de KPIs relacionados à eficiência e agilidade nas cadeias de suprimentos, segundo Francischini (2017).

A interconexão global é uma realidade na Indústria 4.0, levando ao desenvolvimento de KPIs que medem o desempenho em uma escala global, incluindo aspectos como comércio internacional e logística. A padronização de dados e a interoperabilidade entre sistemas são fundamentais para garantir a eficácia dos KPIs em ambientes colaborativos, segundo Francischini (2017).

Por fim, à medida que as preocupações éticas e de responsabilidade social crescem, KPIs relacionados à ética nos negócios, diversidade e inclusão ganham relevância. Essas tendências refletem um futuro em que os KPIs se tornam mais poderosos, precisos e alinhados com as complexas demandas da Indústria 4.0, à medida que as organizações continuam a adotar tecnologias avançadas e se adaptam a um ambiente de negócios em constante evolução, segundo Drucker (2000).

### 3 METODOLOGIA

A investigação é um método empregado quando respostas para uma questão específica não estão disponíveis. A partir dos recursos de conhecimento, técnicas, experiências e procedimentos disponíveis, desenvolve-se um processo que compreende desde a identificação do problema até a contínua coleta de resultados.

#### 3.1 Tipos de Pesquisa

1. **Seleção do Caso:** Escolha de uma organização industrial representativa que tenha implementado KPIs para otimização de um processo específico.
2. **Coleta de Dados:** Coleta de informações sobre os KPIs selecionados, suas metas de desempenho e resultados alcançados.
3. **Análise Qualitativa:** Análise da relação entre os KPIs e as melhorias observadas no processo, identificando os fatores que contribuíram para o sucesso.
4. **Análise Quantitativa:** Análise dos dados quantitativos relacionados ao desempenho do processo antes e depois da implementação dos KPIs.

#### 3.2 Estudo de Caso

O estudo de caso será conduzido na empresa Alfa, uma fabricante que implementou KPIs para otimizar sua produção e reduzir os custos com refugo, além da validação de dados. Serão analisados os KPIs selecionados, como índice de refugo total, por máquina e por processo, relacionando com as metas estabelecidas pelos clientes e diretoria (interna).

A Indústria 4.0 representa uma revolução na forma como as organizações produzem bens e serviços, integrando tecnologias avançadas, automação, análise de dados e conectividade para otimizar processos. Nesse contexto, a medição do desempenho por meio de KPIs é essencial para avaliar a eficácia das estratégias implementadas. Neste estudo de caso, exploramos como a utilização de KPIs pode



impactar a qualidade e eficiência dos processos industriais, com foco no índice de refugo, um indicador crítico de qualidade.

Conforme Yin (2001), a abordagem de estudo de caso investiga fenômenos em um contexto real, cujos limites existentes não são claramente definidos. Essa abordagem desempenha um papel semelhante a outras estratégias de pesquisa, como relatórios, experimentos, levantamentos, pesquisas (históricas) e análise (arquivos) atuais/retroativos. Cada uma dessas modalidades de pesquisa varia de acordo com a natureza da investigação a ser conduzida, o controle do analista sobre os fenômenos a serem estudados e o enfoque em eventos e conhecimentos históricos. De maneira geral, o estudo de caso é a escolha mais adequada quando o pesquisador não tem controle total sobre os eventos e quando algum desses fenômenos está inserido na realidade, suscitando questionamentos.

Yin (2001) categoriza dois tipos de estudo de caso, a saber:

Estudo de caso descritivo: Yin (2001) exemplifica um estudo de caso descritivo ao mencionar o livro *Street Corner Society* (1943/1955), de William F. Whyte. Nessa obra, eventos interpessoais são abordados, revelando fenômenos de uma cultura que não foram amplamente estudados.

Estudo de caso explicativo: Yin (2001) recorre à obra *Essence of Decision: Explaining the Cuban Missile Crisis* (1971), de Graham Allison, para ilustrar um estudo de caso explanatório. Neste caso, o autor apresenta três teorias que explicam o conflito entre Estados Unidos (EUA) e União Soviética (URSS) decorrente da instalação de mísseis em Cuba (América Central). Ao comparar essas teorias com os eventos, desenvolve-se o material para a análise final dos fatos, demonstrando a aplicabilidade do estudo de caso a outras situações. Dessa forma, Graham estabelece a utilidade de sua abordagem de estudo de caso. É comum que, assim como qualquer outro método de pesquisa, o estudo de caso possa não agradar a todos os pesquisadores que o consideram um método que apresenta limitações, se tornando menos desejável de utilização. Yin (2001) enxerga essas limitações como preconceito, destacando três delas:

- 1) Falta de precisão: ocorre negligência por parte dos analistas, que apresentavam resultados tendenciosos e equivocados. O pesquisador deve comprometer-se totalmente ao planejamento e à análise, visando gerar uma coleta de dados e análise de forma precisa.
- 2) Limitada base de generalização científica: há a preocupação de que um único experimento ou estudo de caso não forneça uma base sólida para generalizações. No entanto, o objetivo é generalizar teorias de maneira analítica, não estatística, apresentando números de forma dissimulada, já que o estudo não constitui uma amostragem. A análise deve buscar generalizar os resultados dos experimentos.
- 3) Tempo de pesquisa: devido às práticas de análise de casos no passado, surgiu a preocupação em relação ao tempo estimado para pesquisa. No entanto, essa preocupação é mitigada ao comprovar a existência, na atualidade, de abordagens alternativas de estudo de caso com períodos de realização mais curtos, evidenciando a eficiência e eficácia dos relatórios.

Conseqüentemente, esta pesquisa pode ser categorizada como Exploratória e Esclarecedora/Explicativa, uma vez que as suposições referentes à questão em questão foram desenvolvidas simultaneamente à descoberta das causas subjacentes desse desafio, possibilitando a implementação de ações corretivas eficazes. Além disso, este estudo constitui-se como um Estudo de Caso Único (singular), já que se restringe a uma única unidade de análise, sem a pretensão de generalização para outras unidades ou modalidades de empreendimento.

## **4 DESENVOLVIMENTO**

Segundo Parmenter (2017), a aplicação dos indicadores chave de desempenho deve ser realizada pelos próprios funcionários da empresa, visando à necessidade de redução de possíveis gastos com débitos pela não entrega pontual, qualidade.

Este Caso de Estudo demonstra como uma empresa no ramo de autopeças implementou a melhoria contínua para minimizar o scrap (refugo) em diversos tipos de peças, abrangendo processos desde a recepção de itens na empresa até o transporte final do produto acabado. Localizada no Vale do Paraíba, estado de São Paulo, a organização presta serviços às principais montadoras do país, mantendo um enfoque constante na qualidade e longevidade de seus produtos.

### **4.1 Descrição da empresa Alfa e suas mercadorias e procedimentos.**

O Caso de Estudo foi elaborado em uma empresa que ocupa posição de destaque no mercado de peças automotivas, a qual será denominada como empresa Alfa por razões de confidencialidade.

A empresa Alfa se destaca pela fabricação e venda de componentes destinados ao setor automotivo, com foco especializado em plásticos diversos, incluindo:

a) Air Deflector: defletores de ar dos caminhões;

b) Bumper: para-choque dos caminhões;

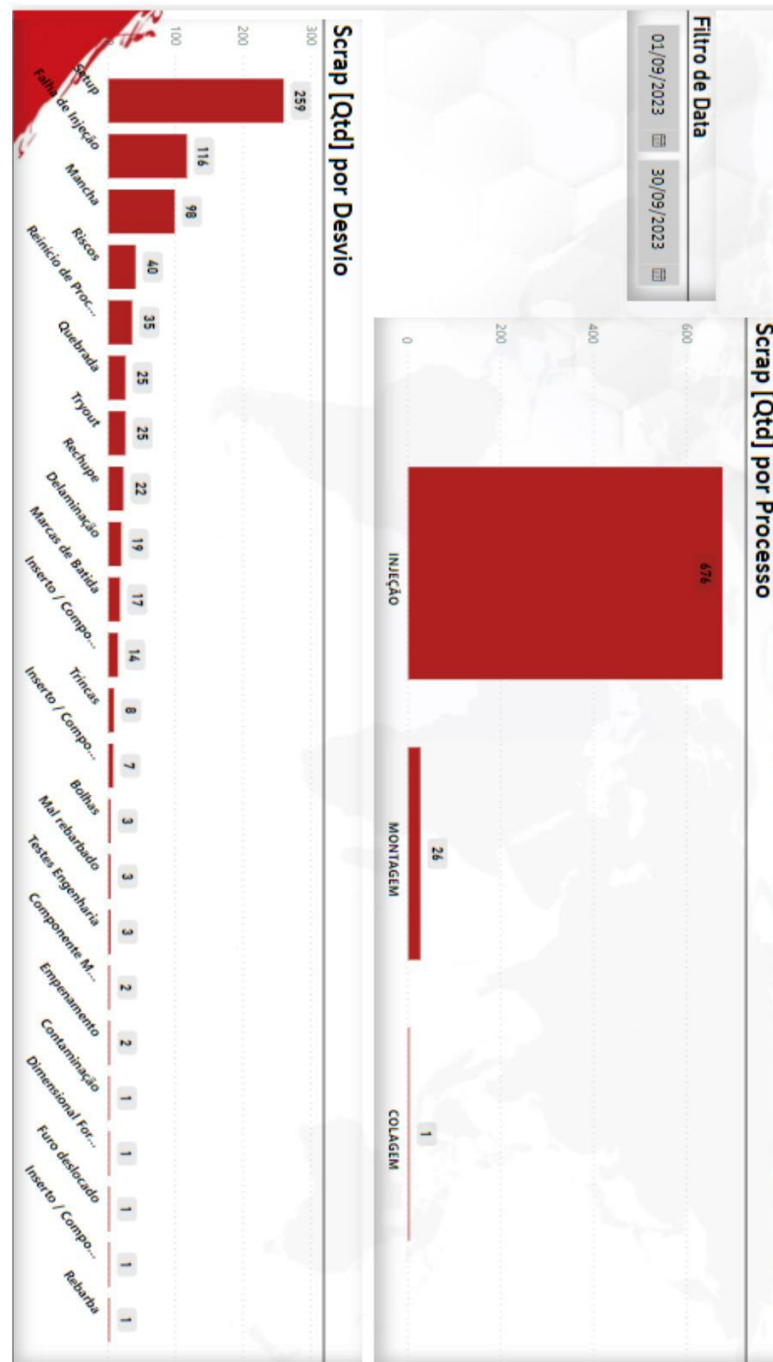
c) Front-end: painel frontal dos carros.

### **4.2 Os problemas da parada de linha por falhas**

Existem diversas perdas que ocorrem em uma indústria, citadas no item 2.5 da revisão bibliográfica. Conforme estudo realizado na empresa Alfa, as perdas identificadas se caracterizam em falhas, defeitos ou retrabalho. Na empresa Alfa, os fatores que contribuem para os problemas de qualidade, como as paradas de linha, que acabam gerando perdas significativas no processo são: queima, falha de preenchimento, try outs (testes), peças quebradas ou trincadas no recebimento. Em 2023, problemas relacionados à queima na injeção representaram os maiores

problemas envolvendo perdas pelas falhas, seguido por falha no preenchimento. O percentual de perdas, pode ser ilustrado pela figura 1, a seguir

**Figura 1 - Taxa de perdas no mês de Setembro de 2023**



Fonte: Adaptado pelos autores

A figura 1 representa as quantidades das perdas identificadas no mês de setembro registradas no ano de 2023 na área de produção (compressão, injeção,

pintura, montagem, retrabalho e sequenciamento) da empresa Alfa. Foi possível verificar que no gráfico de scrap por quantidade de desvios, o maior deles (top 1) representa peças com falha de injeção.

De acordo com os estudos feitos na empresa Alfa, o fluxo de injeção necessita operar sem interrupções. Foi desenvolvida uma tabela onde existem pontos onde atuar na injetora para evitar essa falha, ocasionando refugo indicado nos KPIs.

Da peça “Adapter” foram produzidas um total de 2.102 peças no mês de setembro e refugadas 54 peças, representando 2,57% das peças, desviando o *target* da diretoria, que corresponde a 2% do total de peças produzidas.

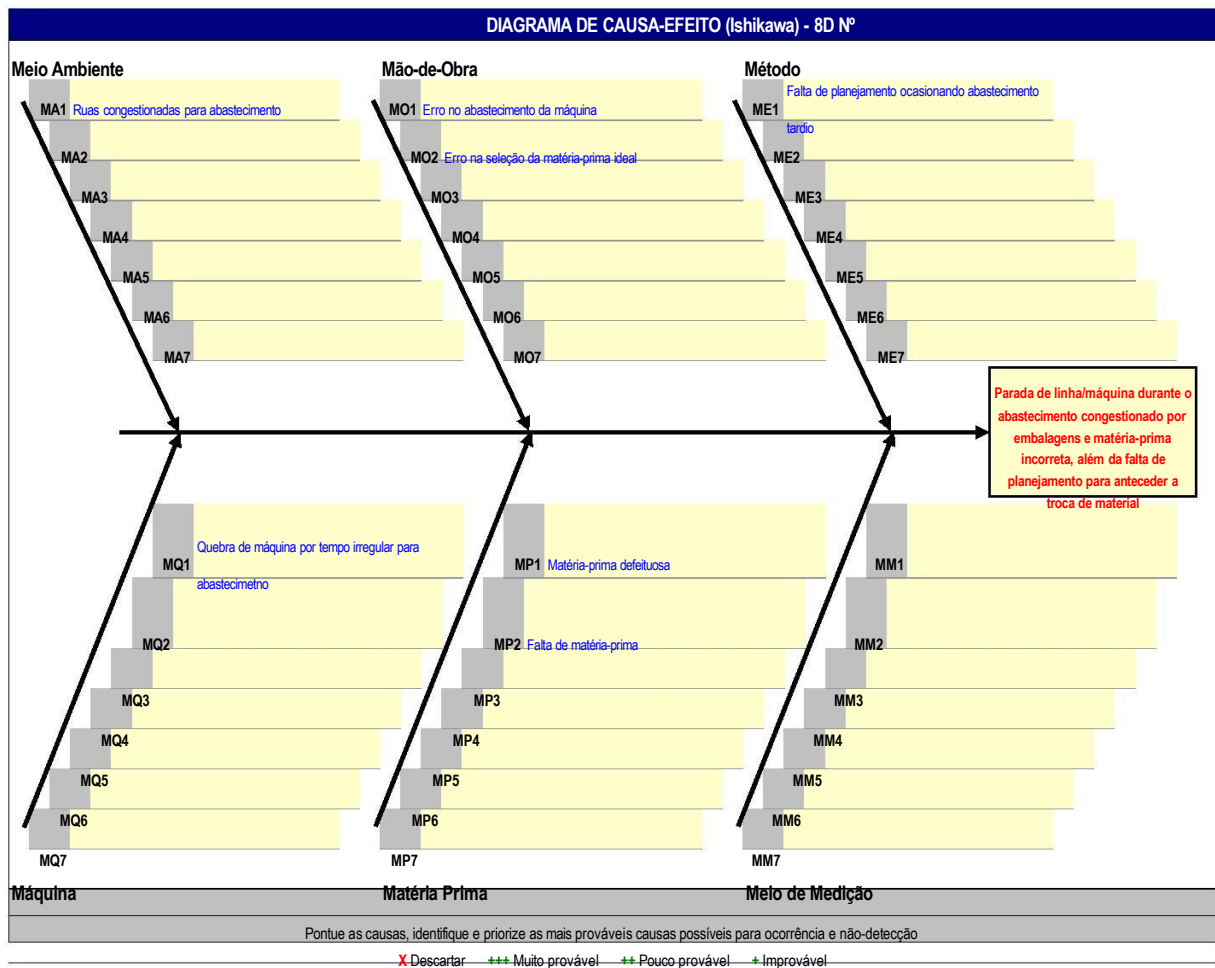
Na atuação do time da engenharia de qualidade e processos, foram atacados três pontos, sendo eles: aumento da velocidade de injeção, diminuição da pressão de injeção e diminuição do índice de fluidez. Em primeira mão, o aumento da velocidade de injeção começou a causar rabicho nas peças, então voltamos na velocidade ideal. Ao diminuirmos a pressão de injeção, houveram marcas no sentido do fluxo indicadas na peça. No entanto, ao diminuirmos o índice de fluidez no molde em viés da peça, as quebras foram diminuindo gradativamente, sanando o problema naquela peça.

Essa análise e ação, conforme sucesso no final de três dias, foi estendida para outras peças, no entanto, apenas essa peça estava com o número de peças com desvio de quebra refugadas em alto nível.

### 4.3 Aplicação das ferramentas de qualidade

Dado que estamos lidando com a melhoria contínua, há diversos métodos e instrumentos para assegurar a eficácia do processo de mudança (NÚÑEZ, 2016), conforme mencionado na fonte bibliográfica 2.6 (instrumentos de qualidade). Abaixo está apresentado um diagrama de Ishikawa para ilustrar a utilização:

Figura 2 - Modelo Diagrama de Ishikawa



Fonte: Adaptado pelos autores

A figura 2, acima, representa o modelo de um Diagrama de Ishikawa elaborado, que foi considerado na resolução dos problemas mencionados anteriormente. Como evidenciado, as causas raízes dos problemas foram identificadas por meio do preenchimento dos principais tópicos (Meio ambiente, Mão de obra, Método, Máquina,

Matéria Prima e Meio de medição), cada um pontuado com suas respectivas probabilidades através de um "ranking".

Todos os efeitos apresentados na figura 2 também contribuem para a parada de linha, prejudicando o fluxo operacional adequado. Conforme pensado e inserido no diagrama, existe a possibilidade de ocorrência, como apontado por Sucupira e Pedreira (2018), onde a precisão nos registros de estoque garante a confiabilidade das informações, enquanto sua ausência pode resultar em dados incorretos sobre a quantidade real e teórica de itens, causando atrasos na produção e falta de produtos. A ausência de padrões nas embalagens pode levar a perdas ou defeitos no produto, impedindo seu uso nas etapas subsequentes.

Através do Diagrama de Ishikawa, foi possível classificar as causas dos efeitos citados no parágrafo anterior nos 6Ms usando a ferramenta dos 5 porquês, facilitando assim a tomada de decisões para a resolução do problema.

Abaixo, representado no Figura 3, segue o exemplo do 5W2H realizado no estudo:

**Figura 3 – 5W2H**

<b>WHAT? (O QUE?)</b>	<b>WHO? (QUEM?)</b>	<b>WHEN? (QUANDO?)</b>	<b>WHERE? (ONDE?)</b>	<b>WHY? (POR QUE?)</b>	<b>HOW? (COMO?)</b>	<b>HOW MUCH? (QUANTO?)</b>	<b>STATUS</b>
Transferir responsabilidade de movimentação física e sistêmica de itens para a Logística.	Funcionário A	Semana 1	Empresa Alfa	Para as atividades de movimentação e controle contábil de estoques seja direcionado a uma área específica.	Mapear os pontos dentro da empresa que envolvem movimentação; Criar procedimento para as atividades relacionadas a movimentação físico e contábil entre as áreas da empresa definindo Logística como responsável; Editar , revisar a aprovar procedimento; Aplicar treinamento.	Sem custo	100%
Treinar os funcionários que realizam apontamento de produção minimizando as possíveis falhas que levam ao erro e correções.	Funcionário B	Semana 2	Empresa Alfa	Elevar acuracidade	Aplicar treinamento aos funcionários envolvidos	Sem custo	100%
Definir e implementar sistema de lançamento de itens.	Funcionário C	Semana 3	Empresa Alfa	A adequação do lançamento garante a acuracidade do estoque.	Definir método de lançamento; Orientar funcionário responsável pelo lançamento; Direcionar o funcionário com relação ao procedimento.	Sem custo	100%
Definir embalagem padrão conforme tamanho do item.	Funcionário D	Semana 4	Empresa Alfa	Evitar que peças se percam durante o transporte.	Criar padrão de embalagem levando em conta tamanhos variados de itens; Levantamento de todos os itens	Sem custo	100%
Definir itens que serão colocados em <i>Kanban</i> .	Funcionário E	Semana 5	Empresa Alfa	Eliminar a falha no abastecimento das linhas, evitando a falta de peças na produção.	Identificar itens mais críticos que deverão entrar em <i>Kanban</i> ; Levantar a quantidade de itens.	Sem custo	100%
Eliminar atividades que não agregam valor desnecessárias e reformular o fluxo.	Funcionário D	Semana 6	Empresa Alfa	A eliminação de atividades NAVs desnecessárias regulariza o fluxo e melhora os processos.	Identificar quais atividades não agregam valor ao produto final e aos processos, e quais permitem eliminação; Desenvolver novo fluxo de materiais.	Sem custo	100%

**Fonte: Elaborado pelos autores**

Uma parada de linha por falta de abastecimento pode ter diversas causas, como falhas no planejamento de produção, problemas na cadeia de suprimentos ou falta de estoque. Para evitar que o problema se repita, é importante identificar a causa raiz e implementar ações corretivas, conforme citado na figura 3, treinando os operadores e transferindo a movimentação física e sistêmica – tal qual o abastecimento e seu planejamento – para o time de logística.



## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados demonstraram como a implementação estratégica de KPIs influenciou positivamente a eficiência da linha de produção na empresa alfa. A implementação estratégica de Indicadores-Chave de Desempenho (KPIs) na empresa alfa ilustrou como a adoção planejada e a supervisão contínua de KPIs influenciaram positivamente o desempenho da linha de produção.

O tópico 4 – desenvolvimento – descreve um caso de estudo em uma empresa da Empresa Alfa, que busca melhorar seu processo produtivo para reduzir perdas e falhas, especialmente no que diz respeito ao refugo. O foco principal é na peça "Adapter". A abordagem utiliza ferramentas de gestão de qualidade, como o Diagrama de Ishikawa, e aplica o conceito 5W2H para análise e resolução dos problemas identificados.

### 5.1 Propriedades

A aplicação de Indicadores Chave de Desempenho (KPIs) é mencionado a importância de KPIs na gestão do desempenho. Esses indicadores, conforme é citado anteriormente, são cruciais para monitorar e melhorar o processo. No entanto, a eficácia dos KPIs depende da escolha adequada dos indicadores e da consistência na coleta e análise dos dados ao longo do tempo.

Envolvimento dos Funcionários: Segundo Parmenter (2017), a aplicação dos indicadores de desempenho deve ser realizada pelos próprios funcionários. Isso pode ser benéfico, pois os colaboradores muitas vezes têm insights valiosos sobre o processo e podem contribuir para soluções eficazes.

Análise de Causa Raiz: A utilização do Diagrama de Ishikawa é apropriada para identificar causas raízes dos problemas. A abordagem dos 6Ms (Meio ambiente, Mão de obra, Método, Máquina, Matéria Prima e Meio de medição) é uma prática comum para analisar e categorizar os fatores que contribuem para os problemas.

## 5.2 Validade

A análise dos dados, representada na Figura 1, fornece uma visão clara das perdas no processo de produção. No entanto, a validade dos dados depende da precisão e confiabilidade da coleta de dados. É importante garantir que as informações sejam precisas e representativas do processo real.

As ações corretivas tomadas pela equipe de engenharia de qualidade e processos são fundamentais para resolver o problema de refugo na peça "Adapter". A validade dessas ações dependerá da eficácia das modificações feitas no processo de injeção.

Continuidade do Processo de Melhoria, como o sucesso obtido em três dias ao abordar o problema na peça "Adapter" é mencionado, mas a validade dessas melhorias a longo prazo dependerá da continuidade do processo de melhoria contínua e da monitorização constante.

A utilização do 5W2H (What, Why, Where, When, Who, How, How much) é uma abordagem sistemática para entender e abordar um problema. A aplicação desse método, como mostrado na Figura 3, ajuda a definir claramente as ações necessárias para solucionar o problema.

O estudo segue boas práticas de gestão da qualidade, com ênfase na identificação de causas raízes, aplicação de ações corretivas e envolvimento dos funcionários. No entanto, a validade das ações e resultados dependerá da consistência na aplicação das melhorias e na manutenção da vigilância sobre o processo ao longo do tempo.

## **6 CONCLUSÃO**

Resumindo, os desfechos deste estudo evidenciam que a implementação estratégica de KPIs na empresa alfa não apenas otimizou a eficiência da linha de produção, mas também fortaleceu a capacidade da organização de se adaptar e inovar em um competitivo cenário industrial. A experiência da empresa alfa serve como um modelo inspirador de como a aplicação ágil de KPIs pode ser uma estratégia bem-sucedida para alcançar uma vantagem competitiva e promover a excelência operacional. Este estudo comprova que, quando empregados com discernimento, os KPIs podem ser uma ferramenta poderosa para guiar as operações e fomentar o sucesso empresarial.

O estudo evidencia a importância dos KPIs na busca pela qualidade e eficiência na Indústria 4.0. A implementação bem-sucedida de KPIs na empresa alfa destaca como essa abordagem pode levar a decisões informadas e a melhorias significativas nos processos organizacionais.

## REFERÊNCIAS

BASTIANI, J. A.; MARTINS, R. **Diagrama de Pareto**. Blog da Qualidade. 2012. Disponível em: <<http://www.blogdaqualidade.com.br/diagrama-de-pareto/>>. Acesso em: 19/03/2018.

PORTER, M. E., & MILLAR, V. E. (1985). How Information Gives You Competitive Advantage. In *British Dental Journal* (Vol. 202, Issue 11, p. 643). <https://doi.org/10.1038/bdj.2007.481>

BARROS, D. C.; CASTRO, B. H. R.; VAZ L. F. H. **Panorama da indústria de autopeças no Brasil: características, conjuntura, tendências tecnológicas e possibilidades de atuação do BNDES**. BNDES Setorial. p. 167 – 216. 2015.

CATTO, M. A. Z. **A evolução da indústria automobilística brasileira (1956-2014)**. 2015. Disponível em: <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/140565>>. Acesso em: 09/03/2018.

CAMPOS, V. F. **TQC – Controle da Qualidade Total: no estilo japonês**. Nova Lima: INDG TecS, 2004.

CARRARO, I. R.; SILVA, M. A. **A melhoria contínua nos processos logísticos: o Kaizen como fator de sucesso para a competitividade**. 3º simpósio científico FTGS de graduação e pós graduação, Bento Gonçalves. 2013. Disponível em: <<http://ojs.ftsg.edu.br/index.php/simposio/article/view/106/95>>. Acesso em: 30/03/2018.

CARMELITO, R. **Conceitos Básicos do MRP (Material Requirement Planning)**. 2008. Disponível em: <<http://www.administradores.com.br/artigos/carreira/conceitos-basicos-do-mrp-material-requirement-planiing/26507/>>. Acesso em: 01/04/2018.

COLLELA, F. A Matriz Impacto x Esforço. 2013. Disponível em: <<https://www.sbcoaching.com.br/blog/colaboradores/matriz-impacto-x-esforço/>>. Acesso em: 30/03/2018.

DUTRA, T.; **Os 8 Pilares do TPM**. 2012. Disponível em: <<http://brasilengenhariademanutencao.blogspot.com.br/2012/11/os-8-pilares-do-tpm.html>>. Acesso em: 30/03/2018.

FERRO, J. R. **Gestão visual para apoiar o trabalho padrão das lideranças**. Lean Institute Brasil. 2009. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/colunas/366/gestao-visual-para-apoiar-o-trabalho-padrao-das-liderancas.aspx>> Acesso em: 12/04/2018.

FERREIRA, N. **Desenvolvimento de um Jogo de Simulação do Sistema de Produção Lean. Ferramentas: 5S, Organização de Layout e TPM**. 2012. Tese

(Mestrado em Gestão de Processos e Operações) – Instituto Superior de Engenharia do Porto, ISEP, Porto.

FILHO, J. L. S. P.; **Kaizen uma filosofia para a melhoria contínua.** (s.d.). Disponível em: <[http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe\\_artigo/344](http://www.techoje.com.br/site/techoje/categoria/detalhe_artigo/344)>. Acesso em: 29/06/2018.

GISLON, L. **Planejamento e Controle da Produção: Gestão de Demanda e Estoques.** 2012. Tese (Monografia de Especialização) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Diretoria de Pesquisa e Pós – Graduação VII Curso de Especialização em Gestão Industrial, Produção e Manutenção, Ponta Grossa.

GIL, A. C. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa.** 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

KOSAKA, G.; **Kaizen.** 2009. Disponível em: <<https://www.lean.org.br/artigos/363/Kaizen.aspx>>. Acesso em: 16/03/2018.

LIMA, P. G. C.; **Evolução Recente da Indústria Automotiva.** 2016. Disponível em: <[http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema10/2016\\_14309\\_evolucao-recente-da-industria-automotiva\\_pedro-garrido](http://www2.camara.leg.br/a-camara/documentos-e-pesquisa/estudos-e-notas-tecnicas/areas-da-conle/tema10/2016_14309_evolucao-recente-da-industria-automotiva_pedro-garrido)>. Acesso em: 09/03/2018.

**LEAN Institute Brasil.** (s.d.). Disponível em: <[http://www.lean.org.br/perguntas\\_frequentes.aspx](http://www.lean.org.br/perguntas_frequentes.aspx)>. Acesso em: 09/03/2018.

LEÃO, T.; **Kanban: O que é e como funciona o Sistema.** 2018. Disponível em: <<https://www.nomus.com.br/blog-industrial/Kanban/>>. Acesso em: 29/06/2018.

LOPES, R. A.; LIMA, J., F., G.; **Planejamento e Controle da Produção: um estudo de caso no setor de artigos esportivos de uma indústria manufatureira.** In: XXVIII Encontro Nacional de Produção (ENEGEP), 2008, Rio de Janeiro.

MOREIRA, S. **Aplicação das Ferramentas Lean. Caso de Estudo.** 2011. Tese (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Instituto Superior de Engenharia de Lisboa, ISEL, Lisboa.

NIIMI, A. **Sobre o Nivelamento (Heijunka).** 2006. Disponível em: <[https://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-\(heijunka\).aspx](https://www.lean.org.br/artigos/109/sobre-o-nivelamento-(heijunka).aspx)>. Acesso em: 12/04/2018.

NEVES, T. **Importância da utilização do ciclo para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística.** 2007. Tese (Monografia em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Juiz de Fora, UFJF, Juiz de Fora.

NÚÑES, R. **Ferramentas de Melhoria Contínua dos Processos.** 2016. Disponível em: <<http://betaeq.com.br/index.php/2016/04/13/ferramentas-para-melhoria-continua-dos-processos/>>. Acesso em: 02/04/2018.

OLIVEIRA, L. V.; BONATO, S. V.; CASSEL, R. A.; CATEN, C. S. **Utilização do Conceito de Gargalos em uma Linha de Produção – Uma Análise da Interpretação do Conceito**. XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção, Fortaleza, CE, 2015.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Porto Alegre: Bookman, 1978.

DRUCKER, P. F. **As informações de que os executivos realmente precisam**. In Medindo o desempenho empresarial. São Paulo: Campus, 2000

**PRODUÇÃO Lean**. Disponível em: <<http://producaolean.blogspot.com.br/2010/11/o-que-e-mapeamento-do-fluxo-de-valor.html>>. Acesso em: 22/03/2018.

PIZZOL, W. A.; MAESTRELLI, N. C. **Uma proposta de aplicação do mapeamento do fluxo de valor a uma nova família de produtos**. XXIV Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Florianópolis, SC, 2004. Disponível em: <[http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004\\_enegep0107\\_0622.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0107_0622.pdf)>. Acesso em: 16/03/2018.

PETROL Smell. **Mercedes Unimog**. 2010. Disponível em: <<http://petrolsmell.com/2010/02/10/mercedes-unimog/>>. Acesso em: 30/07/2018.

ROCHA, H.; **5W2H: o que significa, para que serve, como fazer e exemplos**. 2018. Disponível em: <<https://klickpages.com.br/blog/5w2h-o-que-significa/>>. Acesso em: 23/07/2018.

SUGAI, M.; MCINTOSH, R.; NOVASKI, O. **Metodologia de Shigeo Shingo (SMED): análise crítica e estudo de caso**. G&P, São Carlos, v. 14, n. 2, p. 323-335, maio-ago. 2007.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; HARLAND, C; HARRISON, A. **Administração da Produção**. São Paulo: Atlas, 1999.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; HARLAND, C; HARRISON, A. **Administração da Produção**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

SILVEIRA, C. B. **Os 16 Grandes Tipos de Perdas na Indústria**. 2016. Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/tipos-perdas-industria/>>. Acesso em: 02/07/18.

SUCUPIRA, C; Pedreira, C. **Inventários Físicos: A importância da Acuracidade dos Estoques**. 2018. Disponível em: <<http://ideagri.com.br/posts/inventarios-fisicos-a-importancia-da-acuracidade-dos-estoques-cezar-sucupira-e-cristina-pedreira>>. Acesso em: 18/07/2018.

SINDIPEÇAS Abipeças. **Relatório da Balança Comercial de Autopeças**. 65. ed. 2017. Disponível em: <<https://www.sindipecas.org.br/sindinews/Economia/2017/BCAFEV17.pdf>>. Acesso em: 10/03/2018.

ROOTHER, M.; SHOOK, J. **Aprendendo a Enxergar: mapeando o fluxo de valor para agregar valor e eliminar o desperdício**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 1999.

TUBINO, D. F. **Planejamento e Controle da Produção**. São Paulo: Atlas, 2007.

**VALUE Stream Mapping**. Disponível em: <<http://nortegubisian.com.br/blog/value-stream-mapping-vsm/>>. Acesso em: 22/03/2018.

WOMACK, J. P.; JONES, D. T.; ROOS, D. **A Máquina que Mudou o Mundo**. Rio de Janeiro: Campus, 1990.

YIN, R. K.; **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.

PARMENTER, D. **Key Performance Indicators (KPI): Developing, Implementing, and Using Winning KPIs**. Hoboken: Wiley, 2007.

MARKETING DE CONTEÚDO. **O que é KPI**: Descubra como ele ajuda a medir os seus resultados, 2015. Disponível em <<https://marketingdeconteudo.com/kpi/>>.

CASSETTARI, A.; PEDROSO, M.; CASSETTARI, E. Obtenção de melhoria contínua através da gestão de indicadores. V Congresso Brasileiro de Engenharia de Fabricação, Belo Horizonte, 2009

FALSARELLA, O. M.; JANNUZZI, C.A.S.C. Planejamento Estratégico Empresarial e Planejamento de Tecnologia de Informação e Comunicação: uma abordagem utilizando projetos. *Gest. Prod.*, São Carlos, v. 24, n. 3, p. 610-621, Sept. 2017.

Silva, Allison O., Roratto, Lucas., Servat, Marcos Eduardo. Dorneles, Leandro. Polacinski, Edio. (2013) **GESTÃO DA QUALIDADE: APLICAÇÃO DA FERRAMENTA 5W2H COMO PLANO DE AÇÃO PARA PROJETO DE ABERTURA DE UMA EMPRESA**. Fahor, SIEF.