UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO DE TECNOLOGIA E GEOCIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

ÉRIKA PRISCILLA DE LIMA

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA LINHA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Recife
2023

ÉRIKA PRISCILLA DE LIMA

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA LINHA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Departamento de Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco – UFPE – como requisito parcial para obtenção do grau em Engenharia de Produção.

Orientador (a): Profª Denise Dumke de Medeiros

Recife

2023

Catalogação na fonte

Lima, Érika Priscilla de Lima.
Implementação de ferramentas da qualidade em uma linha de peças automotivas / Érika Priscilla de Lima Lima. - Recife, 2023.
46 : il., tab.

Orientador(a): Denise Dumke de Medeiros
Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Tecnologia e Geociências, Engenharia de Produção - Bacharelado, 2023.
Inclui referências, apêndices.

1. Engenharia de Produção. 2. Gestão da qualidade. 3. Ferramentas da qualidade. 4. Indústria automobilística. 5. Melhoria contínua. I. Medeiros , Denise Dumke de . (Orientação). II. Título.

620 CDD (22.ed.)

Bibliotecária Margareth Malta, CRB-4 / 1198

ÉRIKA PRISCILLA DE LIMA

IMPLEMENTAÇÃO DE FERRAMENTAS DA QUALIDADE EM UMA LINHA DE PEÇAS AUTOMOTIVAS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de Engenharia de Produção.

Aprovado em: 27/04/2023

BANCA EXAMINADORA

_____

Profa. Dra. Denise Dumke de Medeiros (Orientadora)

Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Rodrigo Ferreira (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

_____

Prof. Dr. Caroline Mota (Examinador Interno)

Universidade Federal de Pernambuco

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me deu força para sustentar todas as dificuldades durante todos os meus anos de estudo.

Aos meus pais, Maria Alice e Isaias Anselmo, que estiveram sempre ao meu lado me dando apoio e incentivo nos momentos mais difíceis. Obrigado a meu esposo Lucas Manoel pela compreensão, paciência e estímulos, não medindo esforços para que eu chegasse até esta etapa de minha vida. A meu querido filho Daniel Vinícius pelo amor incondicional e por ser, mesmo tão pequeno, tão compreensivo. Sou grata também pelos meus irmãos, Jair e Gabriela, por serem meu suporte e me apoiarem em muitos momentos. Obrigado aos meus sobrinhos, tios, primos e a minha avó, que também contribuíram para a minha formação e realização desse sonho.

Aos meus amigos engenheiros, os meus mais sinceros agradecimentos. Damaris, Lais, Leonardo, Rafael, Mariana, Rafaela, Antônio e Gabriel, meu muito obrigado. Vocês foram essenciais para minha formação, sempre estendendo a mão em diversos momentos. Por isso merecem o meu reconhecimento e eterna gratidão.

Agradeço à minha orientadora Denise Dumke de Medeiros por aceitar conduzir o meu trabalho e por toda a ajuda para indicar a direção correta que o trabalho deveria tomar.

Também quero agradecer à Universidade Federal de Pernambuco e a todos os professores do meu curso pela elevada qualidade do ensino oferecido e por toda a dedicação.

RESUMO

O ambiente competitivo faz com que as empresas busquem cada vez mais o crescimento de mercado, focando na melhoria da produtividade, sem deixar de focar na diferenciação de mercado que mais influência nesse crescimento, como o controle de qualidade de seus produtos ou serviços. Diante disso, melhores produtos e serviços devem ser introduzidos para participar da competição de mercado. Para a aplicação prática dos conceitos de gestão da qualidade, foram desenvolvidas ferramentas para implementar a teoria e possibilitar sua aplicação efetiva. Os resultados positivos alcançados pelas operações mostram que o uso conjunto de sistemas e ferramentas de gestão da qualidade pode levar a um melhor desempenho, o que se traduz em vantagem competitiva para as empresas. A indústria automobilística desempenha um papel importante na economia brasileira. Desta forma, o presente trabalho avalia a aplicabilidade dos conceitos PDCA, Kaizen e as chamadas ferramentas tradicionais da qualidade no âmbito da cadeia produtiva de componentes automotivos por meio da identificação de fatores que impactam significativamente no desempenho de linhas produtivas e proporciona a construção de métodos sistemáticos de identificação da causa raiz das perdas da produção e solução dos principais problemas relacionados a essas perdas. Segundo o estudo de caso, os resultados obtidos com a implementação em análise foi um ganho de 7,5% peças no dia. Após a análise do estudo de caso, foram elencados alguns pontos de melhoria para aprimorar o uso das ferramentas e metodologias das empresas pesquisadas. Essas recomendações são baseadas em estudos revisados na literatura.

Palavras-chave: Ferramentas da Qualidade, Setor Automotivo, PDCA, Kaizen.

ABSTRACT

The competitive environment makes companies increasingly seek market growth, focusing on improving productivity, while focusing on market differentiation that most influences this growth, such as quality control of their products or services. In view of this, better products and services must be introduced to participate in market competition. For the practical application of quality management concepts, tools were developed to implement the theory and enable its effective application. The positive results achieved by operations show that the joint use of quality management systems and tools can lead to better performance, which translates into a competitive advantage for companies. The automobile industry plays an important role in the Brazilian economy. In this way, the present work evaluates the applicability of the concepts PDCA, Kaizen and the so-called traditional quality tools in the ambit of the productive chain of automotive components through the identification of factors that significantly impact the performance of productive lines. Build a systematic method of identifying the root cause of production losses and solving the main problems related to these losses. According to the case study, the results obtained with the implementation under analysis was a gain of 7.5% of parts in the day. After analyzing the case study, some points of improvement were listed to improve the use of tools and methodologies of the researched companies. These recommendations are based on studies reviewed in the literature.

Keywords: Quality Tools, Automotive Sector, PDCA, Kaizen.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....9

1.1. Contexto e Descrição do Problema.....10

1.2. Justificativa e Relevância.....11

1.3. Objetivo do Trabalho.....12

1.3.1 Objetivo Geral.....12

1.3.2 Objetivos Específicos.....12

1.4. Metodologia Empregada.....12

1.5. Organização do Trabalho.....14

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....15

2.1. Fundamentação Teórica.....15

2.1.1 PDCA.....15

2.1.2 Kaizen.....17

2.1.3 Ferramentas tradicionais da qualidade.....17

2.1.4 Diagrama de Pareto.....18

2.1.5 5W1H 19

2.1.6 Diagrama de Causa e Efeito.....20

2.1.7 5G.....21

2.2. Revisão da Literatura.....23

3. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO.....26

3.1. Descrição do Processo Produtivo.....26

3.2. Aplicação e Análise das Ferramentas.....28

3.2.1. Plan: Planejar.....30

3.2.1.1. Definição do Problema.....30

3.2.1.2. 5G.....32

3.2.1.3. Definição das Metas.....34

3.2.1.4. Definição da causa raiz (5W1H e Ishikawa) 34

3.2.2. Do: Realizar 37

3.2.3. Check: Verificar 38

3.2.4. Act: Atuar 38

3.3. Proposta de Melhoria..... 39

4. CONCLUSÕES..... 40

4.1. Dificuldades e Limitações..... 41

4.2. Sugestões para Trabalhos Futuros..... 41

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... 42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fases da Pesquisa.....14

Figura 2 – Ciclo PDCA.....16

Figura 3 – Gráfico de Pareto.....19

Figura 4 – Gráfico de Ishikawa.....21

Figura 5 – Linha de Produção da Montagem.....27

Figura 6 – Folha A3 de Kaizen.....29

Figura 7 – Análise das perdas e paradas de linhas.....31

Figura 8 – Análise das perdas e paradas de linhas.....32

Figura 9 – Diagrama de Ishikawa.....36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Definir Fenômeno (5W1H) 35

Tabela 2 – Plano de Ação.....38

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Ciclo PDCA.....30

Quadro 2 – Análise de 5G.....32

1. INTRODUÇÃO

O ambiente competitivo atual leva as empresas a buscar cada vez mais o crescimento no mercado, focando no aumento da produtividade, mas atentando para os diferenciais mercadológicos que melhor impactam esse crescimento, como o controle de qualidade de seus produtos ou serviços. Em vista disso, Venanzi *et al*., (2018) destacam que no início, as empresas se concentravam apenas no volume de produção. Não houve preocupação com a qualidade e a conformidade do processo. No entanto, a intensificação do ambiente competitivo obrigou as empresas a rever os seus processos para ir ao encontro dos clientes em termos de preço, tempo e qualidade.

À vista disso, produtos e serviços melhores devem ser introduzidos para serem competitivos no mercado. Para a aplicação prática dos conceitos de gestão da qualidade, foram desenvolvidas ferramentas para implementar a teoria e possibilitar sua aplicação efetiva. Os resultados positivos alcançados pelas operações mostram que o uso conjunto de sistemas e ferramentas de gestão da qualidade pode levar a um melhor desempenho, resultando em benefício para a competitividade da empresa.

Deming (1990) aborda que o método Kaizen consiste no processo de melhoria contínua, muito importante para qualquer empresa que busca solucionar seus problemas de forma rápida e objetiva, sobretudo com a finalidade de produzir itens com qualidade. Além do Kaizen existem diversas metodologias empregadas nas organizações, dentre elas estão o PDCA e as chamadas ferramentas tradicionais da qualidade.

O ciclo PDCA é uma ferramenta que pode ser utilizada várias vezes, utilizada de forma contínua no ambiente em que é empregada, e busca constantemente a melhoria do processo para atingir com sucesso importantes objetivos das empresas. O ciclo pode ser utilizado em diversas áreas para melhorar a gestão do dia a dia. O principal objetivo da ferramenta é orientar a gestão da empresa para um cenário mais flexível, claro e proposto. (DEMING, 1990).

De acordo com Miguel (2006), as chamadas ferramentas tradicionais da qualidade são frequentemente utilizadas para apoiar o desenvolvimento da qualidade ou para apoiar a tomada de decisão na análise de um problema específico. Mata Lima (2007) conclui que seu grande potencial está quando são utilizados para identificar e solucionar a raiz de um problema.

Dentro desse cenário, esse estudo pretende mostrar e analisar a aplicação do método PDCA, Kaizen e das ferramentas tradicionais da qualidade em uma empresa de grande porte

do setor de processo produtivo de peças automotivas. Tendo em vista que, de maneira geral, as empresas apresentam dificuldade em aplicar ferramentas básicas, pois não possuem mão de obra capacitada nem estão habituadas a padrões que facilitam a avaliação estatística da produção. Portanto, o presente estudo foi uma oportunidade de descobrir soluções simples e aplicáveis para alguns típicos problemas do contexto produtivo em prol da melhoria do processo.

1.1. Contexto e Descrição do Problema

A companhia em estudo é uma empresa do estado de Pernambuco, Brasil, que produz produtos para automóveis, navios, logística e diversos outros ramos da indústria. Como empresa privada nacional, possui sete fábricas, com capacidade de produção anual superior a dez milhões de unidades. Sua sede administrativa é em Recife, capital do estado de Pernambuco. Fornece peças para automóveis fabricados no Brasil e atende o mercado interno e externo por meio de sua rede de distribuição com mais de 65 pontos de distribuição nos principais centros urbanos do Brasil e representação comercial nos países da América do Sul, África Central e Europa.

O problema a ser resolvido está em uma das linhas de montagem, no processo de montagem do produto. Dadas as muitas perdas, desperdícios e gargalos na linha de produção, o uso de ferramentas facilita a tomada de decisões baseadas em fatos e a melhoria contínua do processo.

No processo de montagem, como o próprio nome sugere, todos os seus componentes são colocados dentro e encapados em uma “caixa”. Para ajudar na melhoria contínua do processo, os trabalhos visam a implementação de ferramentas e métodos descritos na literatura.

Para Carpinetti (2012), a interatividade típica da melhoria contínua torna o processo sistemático. Ou seja, segue um conjunto padrão de etapas. Os japoneses chamam isso de kaizen, que significa melhoria. O método de melhoria contínua mais popular é o ciclo PDCA ou o ciclo Deming-Shewhart.

Para auxiliar o desenvolvimento de ações de melhoria contínua, foram criadas as ferramentas da qualidade. Existem diversas ferramentas tradicionais da qualidade presentes na literatura e todas desempenham um papel importante na resolução de problemas. Para Carpinetti (2012), várias ferramentas da qualidade foram criadas, conhecidas como as Sete Ferramentas da Qualidade. Essas ferramentas são: gráficos de controle, estratificação,

gráficos de Pareto, histogramas, gráficos de causa e efeito e gráficos de pontos. Outras ferramentas amplamente utilizadas são 5W1H, fluxograma e 5S.

Entretanto, existem ferramentas que são empregadas especificamente em determinados contextos. Diante disso, é de suma importância uma análise detalhada das possíveis anomalias presentes no processo produtivo.

O presente estudo tem por objetivo abordar a importância da implementação de ferramentas e métodos em uma parte do processo produtivo de uma peça automotiva específica. Além disso, o trabalho traz uma análise crítica da aplicação da metodologia.

1.2. Justificativa e Relevância

A indústria automobilística representa um papel indispensável na economia brasileira. Segundo o primeiro balanço divulgado pela Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (ANFAVEA), divulgado em 2023, o setor automobilístico representa 2,5% do PIB do país e cerca de 20% do PIB industrial em 2019, abrangendo a indústria de autopeças. A proporciona 1,2 milhão de empregos diretos e indiretos e desempenha um forte papel na inovação do país, pois abre caminho para a implantação de novos processos produtivos.

O setor de automóvel continua a viver profundas mudanças, como a introdução de novos modelos de produtos, novos processos de produção, automação para reduzir custos de produção e aumentar sua produtividade.

Os fornecedores também são forçados a reduzir os seus custos de produção, para que de forma eficaz, consigam atender à demanda e as necessidades específicas das montadoras. Para isso, buscam adotar novos sistemas, metodologias e tecnologias que usualmente são utilizadas pelas montadoras e aplicar melhorias contínuas na produção.

O processo produtivo da cadeia de suprimento da indústria automobilística varia em alguns pontos dependendo do tipo de peça que está sendo fabricado. Entretanto, em sua essência todas as peças passam pelo processo produtivo complexo e contínuo.

A função do componente do veículo em questão é armazenar energia na forma química e convertê-la em eletricidade quando o veículo precisar. Eles são usados para ligar o veículo, ligar a iluminação exterior e interior e manutenção de sistemas elétricos e eletrônicos funcionando quando o veículo estiver desligado.

Ao longo dos anos, temos presenciado um ambiente corporativo bastante competitivo, pois as empresas exigem cada vez mais qualidade e eficiência nos processos produtivos. A importância da aplicação das ferramentas da qualidade a uma organização reside na vantagem

competitiva que ela proporciona em mercados externos. Analisando o mercado atual é possível perceber a importância e a necessidade do assunto.

Nesse contexto, a implantação de ferramentas da qualidade é fundamental para minimização de desperdícios, eliminação de retrabalho, fornecer melhorias incrementais e soluções para vários problemas. Acredita-se que essas ferramentas sejam as mais integradas na identificação de problemas potenciais, possíveis cursos de ação e/ou soluções.

1.3. Objetivos do Trabalho

1.3.1 Objetivo Geral

O presente estudo tem como objetivo geral analisar os resultados alcançados com a aplicabilidade de ferramentas da qualidade em um contexto de uma linha produtiva de peças automotivas, mediante a identificação dos fatores que exercem alta influência no rendimento da produção e a construção de modelo metodológico sobre a performance produtiva.

1.3.2 Objetivos Específicos

Os objetivos específicos são:

- Acompanhar a aplicação de Métodos da qualidade para a problemática retratada pela Empresa X.
- Analisar a aplicação das ferramentas.

1.4. Metodologia Empregada

Esta seção apresenta os diferentes aspectos relacionados à metodologia de pesquisa e suas características, bem como as técnicas de pesquisa utilizadas para alcançar os objetivos propostos. Os tipos de pesquisa são classificados de acordo com diferentes critérios, a saber: finalidade, objetivo, natureza e dados. No que diz respeito à finalidade, a pesquisa trabalhada neste trabalho pode ser classificada como aplicada, pois procura resolver um problema real dentro de uma determinada empresa.

Com relação à natureza, pode-se classificar como uma pesquisa qualitativa pois conforme Minayo (2001), esse tipo de pesquisa lida com áreas de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes que mapeiam espaços mais profundos de relacionamentos, processos e fenômenos. Não pode ser reduzido a uma função.

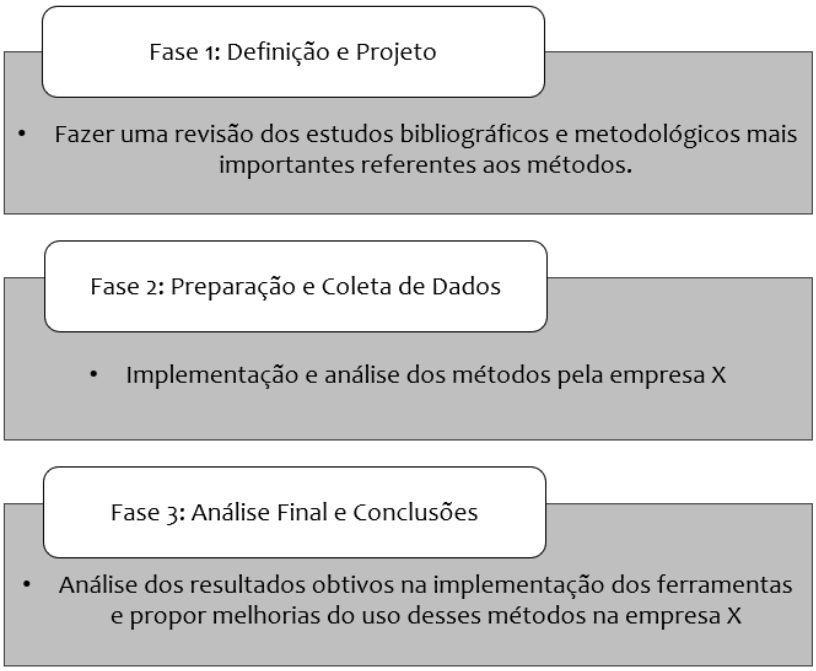
No que concerne ao objetivo, o trabalho apresentado é exploratório tendo em vista que, sobre o tópico em estudo há pouco estudo anterior, portanto tem como propósito procurar padrões, ideias ou hipóteses. A pesquisa exploratória visa explorar um determinado tema para corroborar uma análise mais específica. Seu objetivo é abordar o assunto, que pode ser baseado em suposições ou intuições. Desta forma, este tipo de pesquisa busca compreender as variáveis estudadas quanto à sua natureza, seus efeitos e o contexto em que são aplicadas.

Quanto aos dados, a pesquisa pode ser classificada como um estudo de caso, pois trata da análise de uma situação recorrente na empresa estudada, para que se possa obter um maior conhecimento sobre o caso. O estudo de caso é um método de pesquisa que geralmente utiliza dados qualitativos coletados de situações factuais e tendo como propósito a descrição, exploração e explicação de um fenômeno atual incluído em seu próprio contexto. Caracteriza-se por ser um estudo detalhado e exaustivo com objetivos bem definidos e diretos. (EISENHARDT, 1989).

As técnicas de pesquisa usadas neste trabalho serão a documentação direta, por intermédio da pesquisa de campo, pois a coleta de dados no local que ocorre o problema é de muita relevância. As observações de fenômenos e fatos. O critério para coleta de dados foi a adequação dos dados para serem representativos dos estudos relevantes. A observação direta aprofundada durante as reuniões com os envolvidos diretamente pode fornecer informações sobre os problemas.

O estudo baseia-se em três fases, sendo que uma fase não se sobrepõe à outra, que inclui a fase de definição e projeto que se refere a pesquisa e estudo do funcionamento do método, juntamente com todas as instruções que o acompanham. A segunda etapa, preparação e coleta de dados, está relacionada ao caso prático, ou seja, a implementação da metodologia estudada, primeira etapa, na empresa X. Por fim, a fase final, análise final e conclusões, apresentando resultados e recomendações de melhorias relacionadas à implementação e conclusões finais da etapa anterior. Conforme mostrado na Figura 1.

Figura 1 – Fases da pesquisa



Fonte: Autora (2023)

1.5. Organização do Trabalho

O presente Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação está dividido em 4 capítulos, conforme explicado a seguir:

- Capítulo I: na introdução, além dos objetivos do trabalho, são apresentados brevemente uma contextualização do problema, a justificativa e relevância;
- Capítulo II: trata-se da fundamentação teórica e da revisão da literatura. Na fundamentação teórica, revisam-se os conceitos acerca dos métodos e ferramentas empregados, que compõem o PDCA, Kaizen e as ferramentas tradicionais da qualidade, bem como as ferramentas específicas utilizadas; 5G, Pareto, 5W1H e diagrama causa e efeito. Por sua vez, a revisão da literatura aborda a utilização das ferramentas e métodos aplicados em diferentes cenários e contextos;
- Capítulo III: dedica-se a apresentar os resultados obtidos, mediante o procedimento de descrito na metodologia. Além da Descrição do Processo produtivo e aplicação e análise das ferramentas;
- Capítulo IV: no último capítulo são expostas as conclusões obtidas com esse trabalho, além das limitações e proposição para pesquisas futuras.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estão apresentados neste capítulo, os principais conceitos adotados neste trabalho: PDCA, Kaizen e as chamadas ferramentas tradicionais da qualidade. Além disto, foi realizada uma revisão bibliográfica para destacar o embasamento teórico do trabalho.

2.1 Fundamentação Teórica

Nesta seção é apresentada a base teórica com o objetivo de conhecer os conceitos mais importantes que compõem o PDCA, Kaizen e as ferramentas tradicionais da qualidade, bem como as ferramentas específicas utilizadas; Histograma, 5G, Pareto, 5W1H e diagrama causa e efeito. Eles são usados neste estudo, abordando de forma sucinta definição, história e desafios.

2.1.1 PDCA

O ciclo PDCA foi elaborado por Walter Shewhart (Ciclo Shewhart) e posteriormente popularizado por Edward Deming (Deming Wheel) (ANTONY, 2004). A roda de Deming foi gradualmente substituída pelo ciclo PDCA devido à semelhança e preferência (IMAI,1986). O ciclo PDCA ajuda o profissional a realizar melhorias sistematicamente. Conduz à melhoria no sentido de prevenir a recorrência de erros, estabelecendo normas e desenvolvendo a padronização (SALAH S.,2010). O ciclo PDCA não é apenas prevalente nas indústrias manufatureiras, mas também em outros campos, como serviços (NAKASHIMA,2014) e agricultura (SIDHU, 2013).

O método PDCA inclui quatro fases: Plan, Do, Check e Act. Pode haver diferenças na aplicabilidade dessas fases em diferentes versões da literatura, mas todas elas apresentam o mesmo propósito, melhorar continuamente o processo produtivo. Essas fases são:

- Plan: Planejar

Na fase de planejamento é desenvolvido a identificação do problema a ser resolvido ou o resultado a ser buscado, traçando um plano de ação específico para esse fim. No planejamento, é importante identificar as métricas e os prazos a serem monitorados. (WANI *et al.*, 2019) Para determinar a causa raiz do problema, o profissional pode aplicar várias ferramentas como diagrama de causa e efeito, análise 5-WHY e VSM (Mapeamento do Fluxo de Valor) para conduzir a análise da causa raiz.

- Do: Executar

A fase "Do" abrange a implementação do plano de ação estabelecido na etapa anterior. Durante esta fase, também é monitorado o andamento deste plano para que o mesmo ocorra no prazo estabelecido.

- Check: Verificar

O “Check” envolve o monitoramento à medida que o ciclo produz resultados. As possíveis soluções são analisadas em busca de refinamento e possíveis melhorias. Os resultados antes e depois podem ser comparados para visualização do avanço.

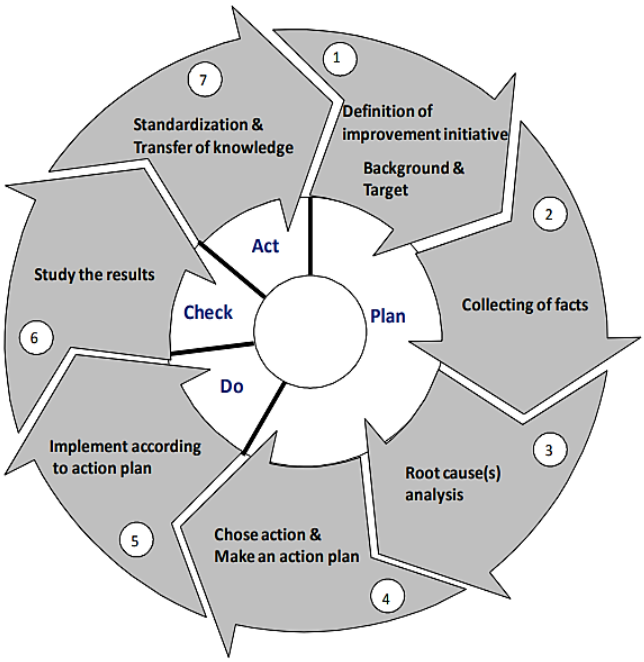
- Action: Agir

A fase "Agir" padroniza e acompanha o projeto após a implementação das soluções para manter e garantir aos trabalhadores a efetivação da implementação feita.

O ciclo PDCA pode se repetir até que o objetivo seja alcançado. Não é incomum que o PDCA passe por muitas iterações antes de atingir seus propósitos.

(LODGAARD *et al.*, 2012) Dividiu as quatro etapas em sete etapas para melhor entendimento, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 – Ciclo PDCA



Fonte - Lodgaard *et al.*, 2012

2.1.2 Kaizen

Kaizen foi desenvolvido por Masaaki Imai no Japão e agora é conhecido e praticado em todo o mundo. Este conceito foi introduzido nos Estados Unidos em 1986 a partir do livro "Kaizen - The Key to Japanese Competitive Success" de Masaaki Imai. Imai Masaki, conhecido como o pai de Kaizen, estudou relações internacionais na Universidade de Tóquio e trabalhou para a Toyota por vários anos. (SINGH E SINGH, 2009).

A intenção do Kaizen é acessível e clara: Kaizen significa melhoria. Kaizen também significa melhoria contínua e envolve todos, incluindo gerentes e trabalhadores. A filosofia Kaizen afirma que a forma como vivemos, seja no trabalho, na comunidade ou em casa, exige uma melhoria contínua (IMAI, 1986).

De acordo com Masaaki Imai (1986), dez princípios básicos devem ser seguidos para implementar com sucesso a filosofia Kaizen, a saber:

1. O desperdício é o primeiro adversário. Para removê-lo deve-se sujar as mãos;
2. Fazer melhorias incrementais contínuas;
3. Todos devem estar envolvidos, dos gestores aos operadores; esta não é uma filosofia elitista;
4. Estratégias e medidas de baixo investimento deve ser implementadas;
5. Pode ser utilizado em qualquer ambiente;
6. Isso proporciona maior visibilidade para todos dos problemas e os desperdícios . Desde a gestão visual, transparência de procedimentos e processos;
7. Se concentra no Gemba, o lugar onde o valor é realmente criado;
8. É voltado para os processos;
9. Tem priorização nas pessoas;
10. O aprendizado deve ser empregado na prática.

2.1.3 Ferramentas tradicionais da qualidade

Na década de 1950, o Japão começou a usar certas ferramentas para medir e controlar a qualidade. O progresso na melhoria contínua da qualidade tem sido atribuído ao uso dessas ferramentas e técnicas. Foi o professor Kaoru Ishikawa quem popularizou seu uso em seu país na década de 1960 (ISHIKAWA, 1982).

O processo de melhoria contínua compreende principalmente as seguintes etapas: identificar as principais dificuldades e problemas em relação ao contexto, coletar dados, identificar as causas raízes, estruturar as ações e analisar os resultados obtidos. Entre outras, as chamadas ferramentas tradicionais da qualidade foram utilizadas para auxiliar essas etapas.

Gryna *et al.* (2007) afirmaram que, dentre o custo final de um produto, é provável que um terço seja desperdiçado desde o início de sua fabricação até sua venda. Os custos desperdiçados resultam de erros crônicos ou ocasionais no processo de fabricação, como retrabalho, desperdícios não planejados, rejeições, desvios ou anomalias.

Segundo Costa (2012): "O monitoramento dos processos, se realizado de forma inteligente, implica custos que se pagam facilmente, pois qualidade agrega valor".

As ferramentas da qualidade são os recursos que devem ser utilizados para dar suporte aos métodos de resolução de problemas e de tomada de decisão, a fim de alcançar a otimização dos recursos e permitir a coleta e implementação de conhecimentos, o monitoramento de processos e ações de melhoria.

2.1.4 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto é uma técnica criada por volta de 1896 pelo cientista italiano Vilfredo Pareto. Juran foi quem aplicou os princípios de Pareto a questões de qualidade. Esse princípio, também conhecido como princípio 80-20, afirma que a maioria dos danos causados por problemas relacionados à qualidade decorre de alguns problemas importantes. Logo, se essas poucas causas importantes forem identificadas, quase todas as perdas podem ser eliminadas com uma pequena quantidade de ações.

Segundo Ballestero-Alvarez (2019), o diagrama de Pareto (diagrama ABC, 80-20 ou 70-30) é um gráfico de barras que ordena a frequência dos eventos do maior para o menor para permitir a priorização de problemas.

De acordo com Rennó (2021), o gráfico de Pareto é uma das ferramentas mais usadas no processo de tomada de decisão e na gestão da qualidade nas organizações. O gráfico de Pareto ou diagrama de Pareto pode ser utilizado para identificar causas que atuam em um processo com maior ou menor intensidade ou em diferentes níveis de importância. (PALADINI *et al.*, 2012)

Para gerar o gráfico de Pareto, Carpinetti (2012) fornece o seguinte script:

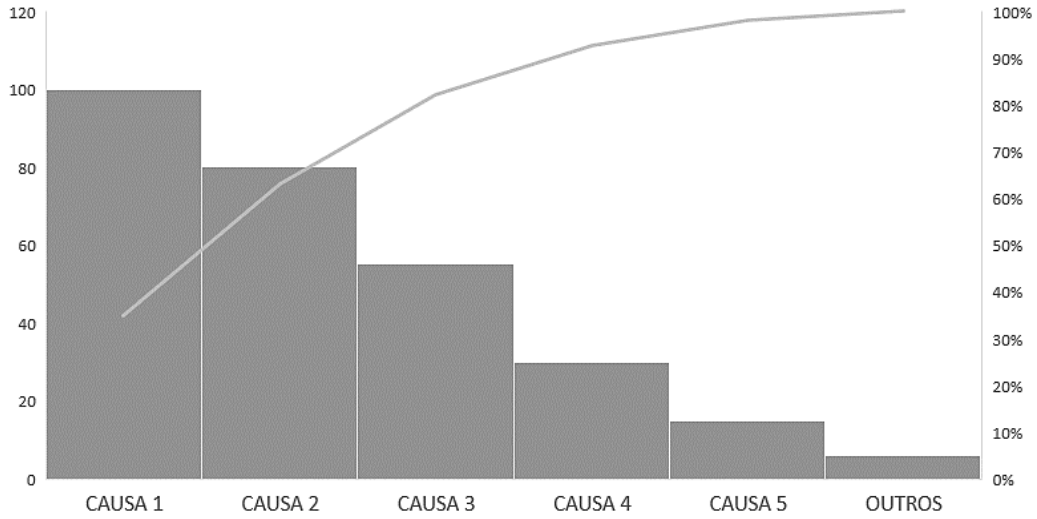
1. Eleja o tipo ou a causa do problema, a frequência dos diferentes tipos de defeitos causados pelo processo ou a causa da ocorrência do problema que deseja comparar. Essa seleção é feita por meio de coleta de dados ou discussões em grupo (brainstorming);
2. Especifique a unidade de comparação, como número de eventos, custo, etc.;
3. Determinar o período de tempo para a coleta de dados;
4. Apure os dados no local;
5. Elenque as categorias da esquerda para a direita horizontalmente em ordem decrescente de

frequência, custo, etc.;

6. Desenhe um retângulo acima de cada categoria no qual a altura representa a frequência ou preço dessa categoria;
7. Começando no topo do retângulo mais longo, uma linha pode ser adicionada para representar a frequência cumulativa.

A Figura 3 ilustra um exemplo de aplicação do gráfico de Pareto.

Figura 3 – Gráfico de Pareto



Fonte: Autora (2023)

2.1.5 5W1H

É uma ferramenta comumente utilizada para definir um plano de ação, e para que seja bem-sucedido é necessário deixar claro tudo o que se pretende desenvolver, todas as ações necessárias para alcançar o resultado desejado e, principalmente, a identificação e vinculação de todas as atividades. A estrutura do 5W1H deve permitir a rápida identificação dos elementos necessários à execução do projeto.

O 5W1H pode ser empregado como uma lista de atividades específicas que os funcionários da empresa devem formular da forma mais clara possível. Desta forma, funciona como um mapa destas atividades, definindo o que deve ser feito, quem deve fazê-lo, quando, em que área de trabalho e todos os motivos pelos quais esta atividade deve ser realizada. Portanto, o método consiste em uma série de perguntas sobre o processo produtivo, que possibilitam identificar os procedimentos rotineiros mais importantes, descobrir seus problemas e propor soluções.

Peinado e Graeml (2007) atestam que, o 5W1H é um método empregado para riar um plano de ação com o objetivo de eliminar problemas, por meio de perguntas que auxiliam na identificação de ações, onde será executado, o porquê das ações, quem irá executá-la, quando e como serão executadas.

A abreviatura 5W1H vem das iniciais das palavras inglesas What, When, Who, Where, Why e How, que segundo Campos (1999) significam:

- What? (O quê?) – Define qual a ação será executada;
- When? (Quando?) – Define o prazo em que a ação deve ser executada;
- Who? (Quem?) – Define a pessoa responsável para executar a ação;
- Where (Onde?) – Define onde a ação será executada;
- Why (Por quê?) – Define o motivo ou justificativa para execução da ação;
- How? (Como?) – Detalha a execução da ação.

2.1.6 Diagrama de Causa e Efeito

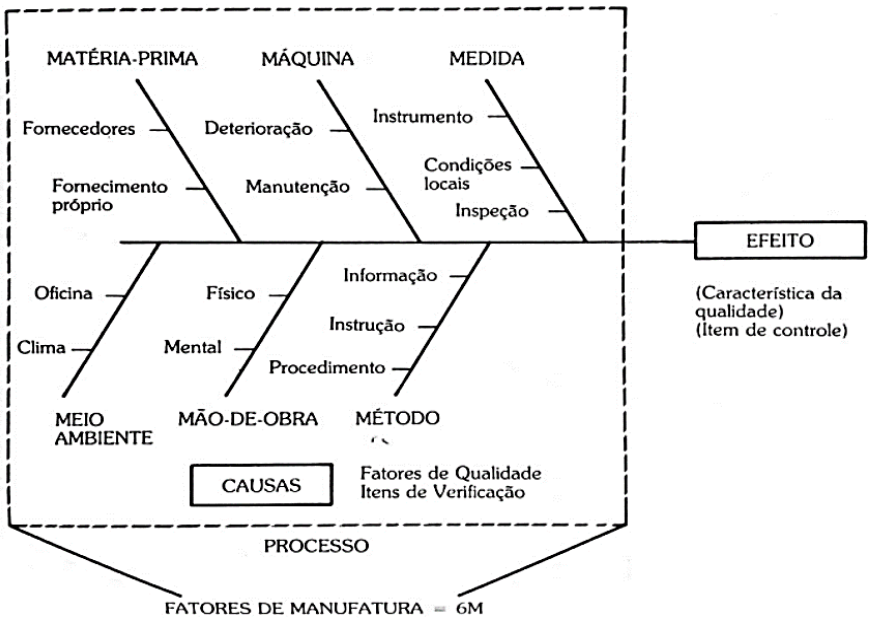
Em 1943, o engenheiro Kaoru Ishikawa desenvolveu, na Universidade de Tóquio, o diagrama também é nomeado como diagrama de Ishikawa ou espinha de peixe, com o objetivo de afirmar, junto com outros engenheiros de uma indústria japonesa, a interligação existente entre os diversos fatores de um processo (PEZZATTO *et al*., 2018).

De acordo com Carpinetti (2012): “O diagrama de causa e efeito foi desenvolvido para representar as relações existentes entre um problema ou o efeito indesejável do resultado de um processo e todas as possíveis causas desse problema, atuando com um guia para a identificação da causa fundamental deste problema e para a determinação das medidas corretivas que deverão ser adotadas”.

Em sua estrutura, as possíveis causas do problema podem ser classificadas em quatro ou seis tipos diferentes quando aplicadas ao método. Abreviadamente essas formas diferentes do método são representadas como 4M ou 6M.

Segundo Falconi (1992), os fatores de manufatura são divididos em matérias-primas, máquinas e medidas, meio ambiente, mão de obra e métodos. A Figura 4 mostra como esses fatores afetam o desempenho da avaliação.

Figura 4 – Gráfico de Ishikawa



Fonte: Falconi (1992)

De acordo com Carpinetti (2012), a contribuição do diagrama de Ischikawa envolve um grupo de pessoas que estão relacionadas no contexto do problema. A participação do maior número de pessoas envolvidas com o processo é muito importante para que se possa construir em um diagrama o mais robusto e com mais informações possíveis, principalmente as informações mais importantes que não podem ser deixadas e esquecidas. Para a condução do trabalho em equipe, é aconselhável que sejam realizadas sessões de brainstorming. Com o brainstorming a equipe consegue formular ideias de forma colaborativa de modo a obter possíveis soluções de forma mais eficiente. Uma vez definido o problema a ser considerado, a equipe deve se concentrar na identificação de todas as possíveis causas. Nessa parte a equipe deve repetidamente formular e responder à perguntas como: Como as possíveis causas do problema pode impactar a qualidade do problema em análise? Essas causas podem ser classificadas em diversas categorias, tantas quanto a equipe achar necessária.

2.1.7 5G

O 5G é uma ferramenta para identificar as causas de problemas e anomalias no processo produtivo. O 5G refere-se aos cinco estágios que compõem o conceito de melhoria contínua: Gemba, Gembutsu, Genjitsu, Genri e Gensoku. A ideia é seguir 5 passos para investigar e resolver problemas. As etapas usadas no método 5G são:

- Gemba:

O primeiro passo para definir o problema é chegar no local para visualizar pessoalmente e conhecer o contexto. Algumas perguntas para ajudar na análise do Gemba são: Quais os equipamentos utilizados nesse processo?; Quais as atividades que os operadores realizam?; Existe alguma etapa manual?; Quais os testes de qualidade que são realizados no produto ou no equipamento?.

- Genbutsu:

O segundo passo é fazer uma análise mais profunda da atividade para realmente entender o que está acontecendo e como está ocorrendo. Algumas perguntas que auxiliam na realização dessa etapa são: Como acontece a anomalia? Como a peça foi afetada?; Quais as condições básicas do equipamento?; Quais as condições da matéria prima?; Como a peça está sendo manuseada e armazenada?; Quais as condições ambientais do posto (iluminação, ferramentas, ergonomia)?; O processo observado é o gargalo?; Existem fontes de sujeira ou vazamentos?.

- Genjitsu:

Esta etapa envolve a verificação de fatos e dados. Analisar todos as informações registradas referentes ao problema. Em tal caso, é uma forma de agregar conhecimento ao processo, fornecendo fatos e números para uma melhor resolução de problemas. As principais perguntas seriam: O problema é constante ou esporádico? A partir de quando o problema apareceu ou aumentou?; Houve alguma modificação ou evento próximo a anomalia? (setup, amostra, etc); Existe uma linha, horário, turma ou dia em que tenha mais ocorrência?.

- Genri:

Essa fase é feita uma análise do cumprimento da norma. É necessário ter uma fundamentação de como todos os processos são operados. Algumas perguntas para ajudar na análise do Genri são: Os parâmetros de processo (velocidade, temperatura, tempo, material, etc), está sendo obedecido de acordo com os parâmetros e isso pode ser verificado na linha?; Existe alguma concessão para produção da peça?; A matéria prima está nos padrões especificados?; O produto está seguindo os padrões e saindo de acordo com as especificações?; As normas são aplicáveis (tudo que está escrito pode ser executado na prática)?.

- Gensoku:

A última etapa é a padronização do trabalho. Esclarecer e documentar a forma correta de realizar as atividades. As principais perguntas seriam: Os padrões operacionais abrangem

as falhas detectadas?; O operador está seguindo os padrões estabelecidos?, Há alguma concessão?; Os padrões estabelecidos evitam ou ajudam a minimizar o problema?; Os padrões estabelecidos são fácil visualização, acesso e compreensão para os operadores?; Os padrões são aplicáveis (tudo o que está escrito pode ser aplicado na prática)?.

2.2 Revisão da Literatura

Falando em qualidade, essa proposta está diretamente relacionada ao cliente, já que é o consumidor que tem o objetivo ou plano principal de implementar o produto. Os clientes têm influência total e direta sobre o produto, portanto, entender suas necessidades e expectativas é fundamental para garantir que a qualidade que os clientes veem corresponda ao que a organização está procurando.

Segundo Hliouia *et al.* (2015), toda a empresa deve focar na tarefa de fornecer qualidade e padronização do produto e realizar inspeções contínuas, necessárias para manter a uniformidade e qualidade do produto, e ainda segundo os autores, as inspeções também devem ser realizadas nos fornecedores, as mercadorias recebidas costumam ser parcialmente analisadas para verificar a qualidade das matérias-primas e se elas atendem aos padrões de qualidade da empresa.

Por sua vez, Tari *et al.* (2004) abordam a questão da necessidade de ferramentas e técnicas de qualidade no gerenciamento da qualidade, tendo em mente que o TQM não é apenas uma coleção de fatores-chave; também inclui outros elementos, como ferramentas e técnicas de melhoria da qualidade. Neste artigo, um estudo empírico foi realizado com o objetivo de verificar a importância dessas ferramentas e técnicas para melhorar o TQM e seu impacto nos resultados da empresa. Para isso, foram utilizadas as respostas dos líderes de 106 empresas certificadas ISO na Espanha. Ao final do estudo, concluiu-se que a utilização de ferramentas e técnicas de melhoria da qualidade é necessária para melhorar os processos de gestão e qualidade nas empresas.

Ao utilizar as ferramentas da qualidade, as empresas podem alcançar resultados que vão além da qualidade, pois é um processo de melhoria organizacional contínua.

Em Brkic *et al.* (2013), foram examinados empiricamente o impacto das ferramentas de qualidade no desempenho dos negócios em uma amostra de 119 empresas industriais sérvias. Além disso, as ferramentas de qualidade foram classificadas em três principais grupos de acordo com seu padrão de uso por meio de análise fatorial e teste de confiabilidade. Já em Kharub *et al.* (2017), foram investigados impacto da ferramenta de qualidade na eficácia do sistema de

segurança alimentar baseado em Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP) e estudos de correlação entre a eficácia HACCP e o desempenho empresarial nas indústrias alimentar e farmacêutica.

Da mesma forma, Silva *et al.* (2012) propõem uma nova metodologia de Produção Mais Limpa (CP) aprimorada por uma integração sistemática de ferramentas de qualidade (QTs) que ajuda a superar os problemas mencionados. Uma revisão inicial sobre as metodologias de CP foi complementada por uma revisão sistemática sobre o assunto. Os nove acadêmicos e a indústria as metodologias de praticante obtidas foram posteriormente sintetizadas em uma nova metodologia de CP, que propõe um padrão para as fases necessárias em um programa de CP e a terminologia usada para elas. Em seguida, algumas ferramentas de qualidade bem conhecidas e outras medidas baseadas na abordagem da qualidade foram avaliadas e tiveram sua utilização proposta em cada fase desta metodologia padrão.

Herbert *et al.* (2003), apresentaram dois objetivos: avaliar o uso de ferramentas de controle de qualidade (QC) e controle estatístico de processo (SPC) em certos serviços e para sublinhar a gestão chave pré-requisitos que ajudam a garantir seu uso eficaz. Envolve um estudo de uma amostra de organizações de serviços, ou seja, bancos, hospitais, serviços de correio e utilitários, para avaliar o uso ineficaz de ferramentas de QC e SPC e o que isso significa para o futuro.

As ferramentas podem ser usadas em ambientes diferentes e extremos. (BLAGA P., Boer J, 2012) Utiliza ferramentas da qualidade para gerir os recursos humanos num contexto muito diferente do habitual. Na gestão de recursos humanos, essas ferramentas raramente são usadas ou totalmente evitadas. Este trabalho tem como objetivo estudar como essas ferramentas podem ser usadas para encontrar a causa de problemas de produção, neste caso causados por fatores humanos, para servir de suporte para enfrentar esses problemas e encontrar soluções para resolvê-los. Apoiar e ajudar os funcionários a melhorar o desempenho. Muitos problemas de gestão de recursos humanos estão sendo enfrentados com a ajuda de técnicas, conceitos e habilidades locais, com mais sucesso e melhores resultados do que se seu uso fosse ignorado ou evitado.

Já Virgen *et al.* (2021) descreve o desenvolvimento de modelos EC (engenharia concorrente) juntamente com a implementação de ferramentas de qualidade, ou seja, as ferramentas da qualidade sendo empregadas em conjunto com outros métodos. A Engenharia Concorrente (EC) visa criar um ambiente colaborativo onde todas as partes interessadas trabalham simultaneamente para otimizar recursos. Os métodos foram desenvolvidos em uma fábrica têxtil no México. Uso das ferramentas de qualidade (brainstorming, gráficos de Pareto

e Ishikawa, fluxogramas, planilhas) para obter informações sobre o processo. Considerando a cultura da empresa, o modelo de EC é desenhado com base na gestão de novos produtos. O grupo de trabalho avaliou o modelo proposto em dois projetos de validação de cargos. O processo agora apresenta um design robusto que identifica problemas, possíveis erros do operador e gargalos. A perda causada pela substituição e reprocessamento de matérias-primas é reduzida e o custo é ainda mais economizado.

3. APLICAÇÃO DAS FERRAMENTAS EM UMA EMPRESA DO SETOR AUTOMOTIVO

Este capítulo trata principalmente dos resultados obtidos neste estudo seguindo as etapas descritas nos métodos. Também é apresentado uma descrição do processo de produção, seguida aplicação dos métodos e seus respectivos resultados. Segue-se uma análise crítica da implementação dessas ferramentas na empresa X, tomando como base os fundamentos teóricos da literatura.

3.1 Descrição do Processo Produtivo

Este estudo de caso analisa uma empresa brasileira que fabrica componentes para a indústria do setor automotivo. A empresa em questão trabalha com foco em melhoria de processo e está sempre atenta às tendências do mercado para obter produtos excelentes e de maior competitividade. Dessa forma, emprega metodologias de melhorias contínuas nas linhas de produção de forma a alcançar sua máxima eficiência.

A cadeia produtiva é uma parte importante de uma empresa de manufatura. Quando esta parte está totalmente funcional, ela liga ativamente todos os outros departamentos. Mas, infelizmente, é muito comum encontrar gargalos na produção, e é papel da gestão identificá-los, descobrir a causa e encontrar soluções. Embora possa parecer uma tarefa confusa, com o tempo percebe-se que a maioria dos gargalos são comuns em diferentes empresas e existem maneiras de superá-los.

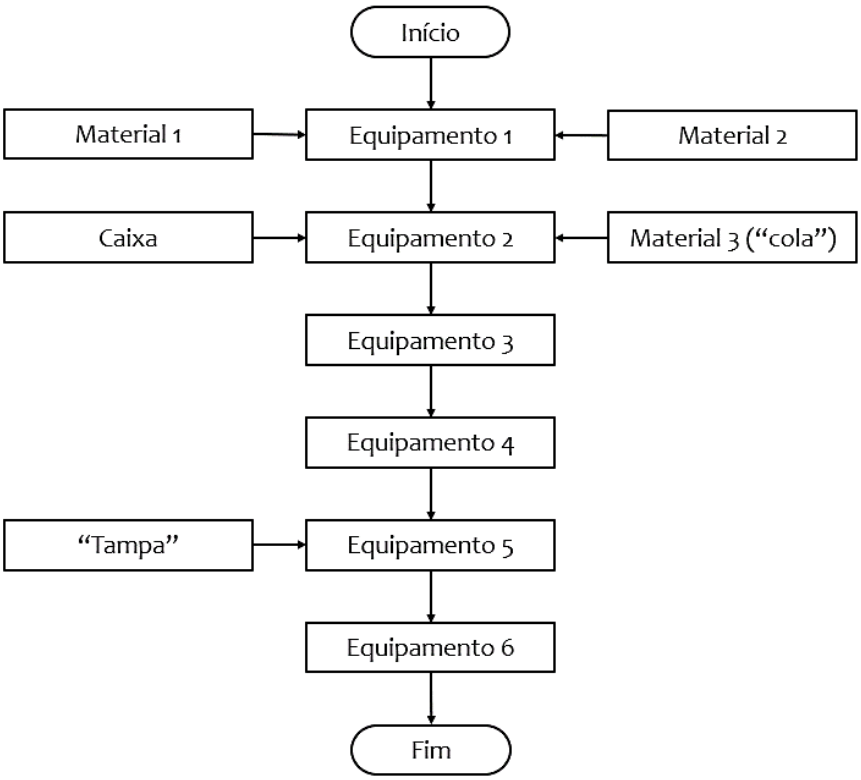
A análise foi realizada em uma linha de produção de uma parte do processo de formação do componente automotivo. Para a formação deste respectivo componente, de forma simplificada, o mesmo deve passar por três etapas, que podem ser denominadas:

- Formação da matéria prima: A etapa de produção de todo o material que é necessário para a fabricação da peça;
- Montagem: A etapa onde todas as matérias-primas produzidas na etapa anterior são encaixadas e montadas para a formação da peça resultante;
- Finalização: Processo que faz os ajustes finais das peças e testes de qualidade para verificar se a peça está pronta para comercialização.

A etapa em análise é o processo de montagem. A empresa apresenta 14 linhas de montagem e todas essas linhas são formadas pelos mesmos equipamentos, são sete

equipamentos em fluxo contínuo. Para entender as diferentes partes da linha produtiva da montagem é fundamental ter a ciência do layout integrado dos equipamentos na estrutura deste sistema. A Figura 5 abaixo é um fluxograma do processo em estudo.

Figura 5 – Linha de Produção da Montagem



Fonte: Autora (2023)

Conforme é possível perceber na figura acima, uma linha produtiva do processo de montagem da empresa X tem início no “equipamento 1”, no qual é responsável pela junção de dois materiais de *input* do processo. O “equipamento 2” é responsável por fundir de 6-14 materiais formados no “equipamento 1” e montá-los dentro de uma caixa. Já o “equipamento 3” é responsável pela fixação dos elementos na caixa. No “equipamento 4” é feito um teste para garantir que os processos anteriores foram executados corretamente. O “equipamento 5” consiste no processo de tapar a caixa, ou seja, colocar e colar a tampa na caixa, já com todos os materiais inclusos nas etapas anteriores. Por fim, o “equipamento 6” é o equipamento de teste para verificar vazamento, ou seja, se a tampa da caixa está devidamente vedada.

Todas as quatorze linhas de montagem compartilham a mesma ideia de processo produtivo, mas diferem entre si em alguns aspectos importantes, por exemplo, algumas linhas de montagem possuem equipamentos mais novos e com mais tecnologia e automação em

detrimento de outras que apresentam equipamentos mais manuais. Outra diferença entre as linhas de produção é que algumas delas contêm equipamentos que foram modificados para atender a determinadas especificações pontuais.

Em todas as linhas da montagem existe algum tipo de trabalho para melhorar a eficiência da linha, evitando assim as paradas não programadas e desenvolvendo a melhoria contínua. Paradas não planejadas de equipamentos industriais causam consequências catastróficas para a empresa. Eles acarretam atrasos e interrupções na produção e afetam até mesmo a vida útil dos equipamentos. Além disso, os custos são muito maiores se a manutenção não for programada.

Vários fatores podem provocar perdas planejadas e não planejadas e paradas durante a produção, incluindo: quebras, alterações, ajustes de máquinas, limpeza de linha, mudanças de turno, falta de material de reposição e atrasos na manutenção preventiva.

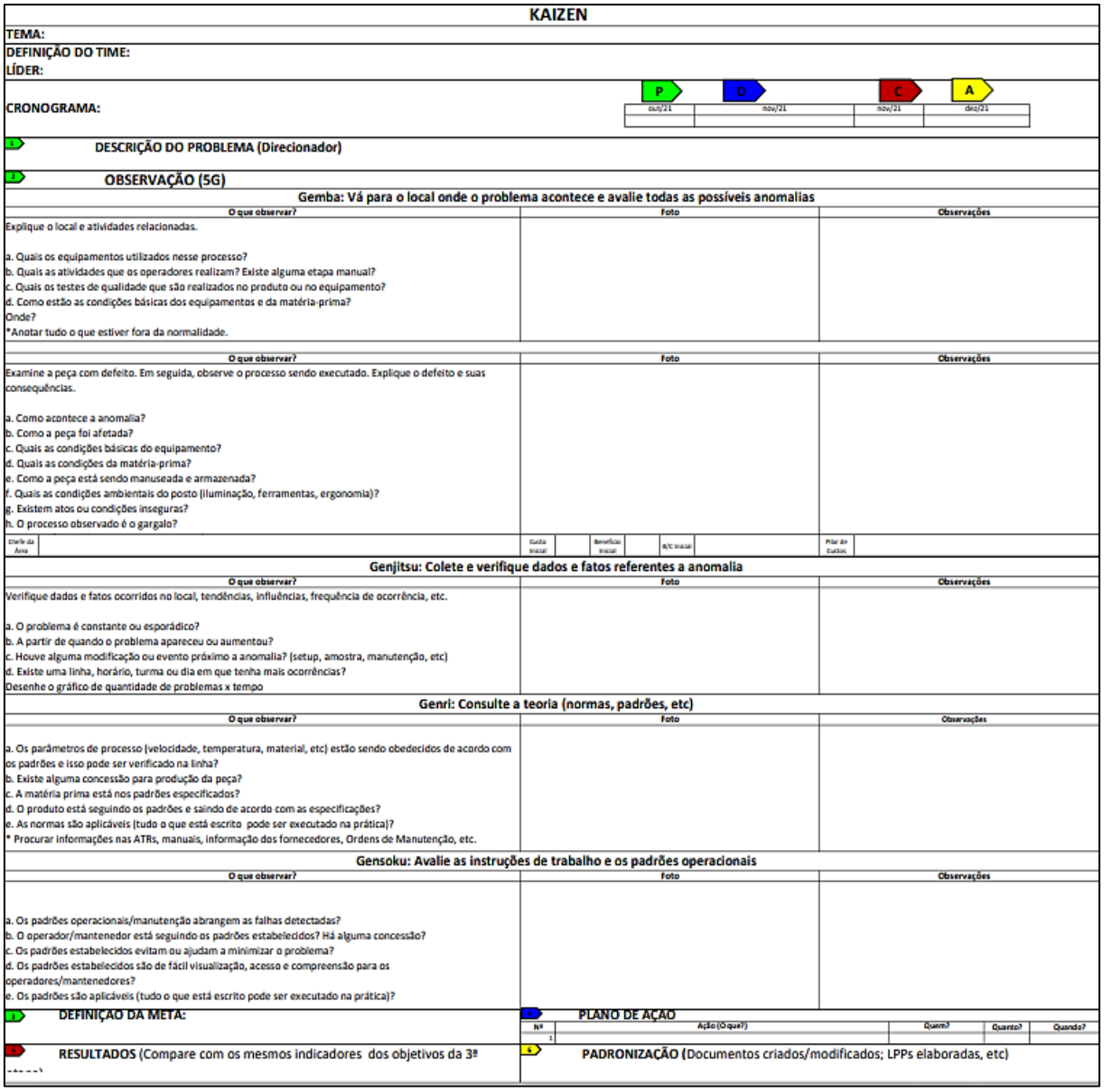
3.2 Aplicação e Análise das Ferramentas

Após entender o processo produtivo, observações de campo para coleta de dados e a utilização de algumas ferramentas da qualidade foram implementadas durante o período de setembro a dezembro de 2022. Diante disso, pôde-se entender melhor as dificuldades da empresa pesquisada e as metodologias empregadas. Por meio do Kaizen um projeto de otimização foi iniciado, e a partir daí foram feitas todas as pesquisas e todas as sugestões para resolução do problema.

Kaizen tem o significado de melhoria contínua. Contudo, no sistema de produção, é principalmente uma forma de resolver problemas em um ambiente de trabalho específico para aumentar a produtividade. Para adquirir todas as informações de forma organizada, desenvolve-se uma folha A3 de Kaizen. A folha de Kaizen não é apenas um formulário para preencher, é uma forma estruturada que combina uma compreensão da causa de um problema e como resolvê-lo. Não se trata apenas de análise, mas sobretudo de implementação.

Além de ser uma ferramenta poderosa para desenvolver e implementar todas as ferramentas importantes para o desenvolvimento de projetos, as folhas A3 de kaizen também são muito valiosas como uma forma de documentar os projetos e uma forma das empresas gerenciarem e acompanharem todos os projetos abertos. Segue abaixo uma figura, Figura 6, de uma folha A3 de Kaizen e pode-se observar que a mesma já vem com o Ciclo PDCA e o 5G incluso, podendo também ser inseridos outras ferramentas.

Figura 6 – Folha A3 de Kaizen



KAIZEN

TEMA:

DEFINIÇÃO DO TIME:

LÍDER:

CRONOGRAMA:

P	D	C	A
out/21	nov/21	nov/21	dez/21

DESCRIÇÃO DO PROBLEMA (Direcionador)

OBSERVAÇÃO (5G)

Gemba: Vá para o local onde o problema acontece e avalie todas as possíveis anomalias

O que observar?	Foto	Observações
Explique o local e atividades relacionadas. a. Quais os equipamentos utilizados nesse processo? b. Quais as atividades que os operadores realizam? Existe alguma etapa manual? c. Quais os testes de qualidade que são realizados no produto ou no equipamento? d. Como estão as condições básicas dos equipamentos e da matéria-prima? Onde? *Anotar tudo o que estiver fora da normalidade.		

O que observar?	Foto	Observações
Examine a peça com defeito. Em seguida, observe o processo sendo executado. Explique o defeito e suas consequências. a. Como acontece a anomalia? b. Como a peça foi afetada? c. Quais as condições básicas do equipamento? d. Quais as condições da matéria-prima? e. Como a peça está sendo manuseada e armazenada? f. Quais as condições ambientais do posto (iluminação, ferramentas, ergonomia)? g. Existem atos ou condições inseguras? h. O processo observado é o gargalo?		

Perfil da Área		Custo Inicial		Benefício Inicial		B/C Inicial		Pilar de Custos	

Genjitsu: Colete e verifique dados e fatos referentes a anomalia

O que observar?	Foto	Observações
Verifique dados e fatos ocorridos no local, tendências, influências, frequência de ocorrência, etc. a. O problema é constante ou esporádico? b. A partir de quando o problema apareceu ou aumentou? c. Houve alguma modificação ou evento próximo a anomalia? (setup, amostra, manutenção, etc) d. Existe uma linha, horário, turma ou dia em que tenha mais ocorrências? Desenhe o gráfico de quantidade de problemas x tempo		

Genri: Consulte a teoria (normas, padrões, etc)

O que observar?	Foto	Observações
a. Os parâmetros de processo (velocidade, temperatura, material, etc) estão sendo obedecidos de acordo com os padrões e isso pode ser verificado na linha? b. Existe alguma concessão para produção da peça? c. A matéria prima está nos padrões especificados? d. O produto está seguindo os padrões e saindo de acordo com as especificações? e. As normas são aplicáveis (tudo o que está escrito pode ser executado na prática)? * Procurar informações nas ATRs, manuais, informação dos fornecedores, Ordens de Manutenção, etc.		

Gensoku: Avalie as instruções de trabalho e os padrões operacionais

O que observar?	Foto	Observações
a. Os padrões operacionais/manutenção abrangem as falhas detectadas? b. O operador/mantenedor está seguindo os padrões estabelecidos? Há alguma concessão? c. Os padrões estabelecidos evitam ou ajudam a minimizar o problema? d. Os padrões estabelecidos são de fácil visualização, acesso e compreensão para os operadores/mantenedores? e. Os padrões são aplicáveis (tudo o que está escrito pode ser executado na prática)?		

DEFINIÇÃO DA META:

PLANO DE AÇÃO

Nº	Ação (O que?)	Quem?	Quanto?	Quando?
1				

RESULTADOS (Compare com os mesmos indicadores dos objetivos da 3ª

PADRONIZAÇÃO (Documentos criados/modificados; LPPs elaboradas, etc)

Fonte: Autora (2023)

Como pode ser observar pela figura acima, o ciclo PDCA integrado no Kaizen acompanha todas as etapas de desenvolvimento do projeto. Por meio da utilização do ciclo PDCA, é possível descrever melhor o método para construir etapas e identificar problemas, conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Ciclo PDCA

Plan – Planejar	• Definição do problema • 5G • Definição das Metas • Definição da causa raiz
Do – Realizar	• Plano de Ação
Check – Verificar	• Resultados
Act – Atuar	• Padronização

Fonte: Autora (2023)

Para entender e analisar melhor a aplicação das ferramentas, pode-se seguir como base nas etapas do ciclo PDCA.

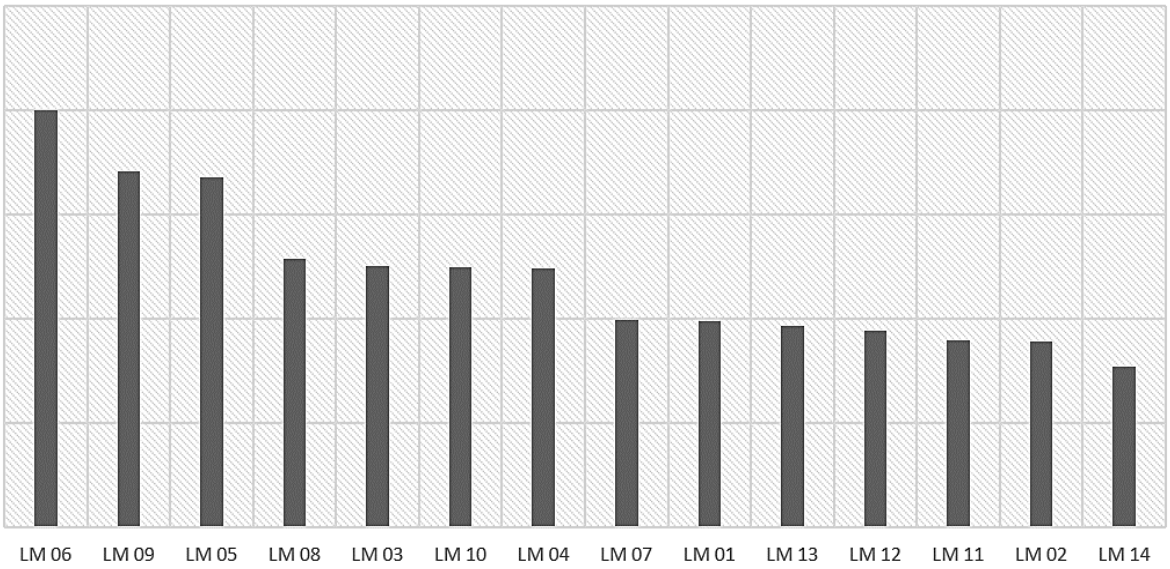
3.2.1 Plan: Planejar

A etapa de planejamento vai além da análise da folha de Kaizen, passando pela descrição do problema, 5G e definição de metas, pois além de analisar esses pontos, a tudo isso se soma uma parte importante que é a análise de causa raiz. A ferramenta 5W1H e o diagrama de Ishikawa foram desenvolvidos para melhor identificar as principais causas relacionadas aos problemas de alta prioridade.

3.2.1.1 Definição do problema

A empresa possui um sistema nas linhas de produção que identifica todas as paradas, programadas e não programadas. Graças a este sistema, é possível acompanhar o comportamento destas paradas em cada linha, principalmente no que diz respeito às paradas não planejadas. A partir dos dados gerados por esse sistema, foi montado um gráfico de barras que mostra quanto que cada linha estava representando de perdas para a empresa. Segue abaixo o gráfico da análise, Figura 7.

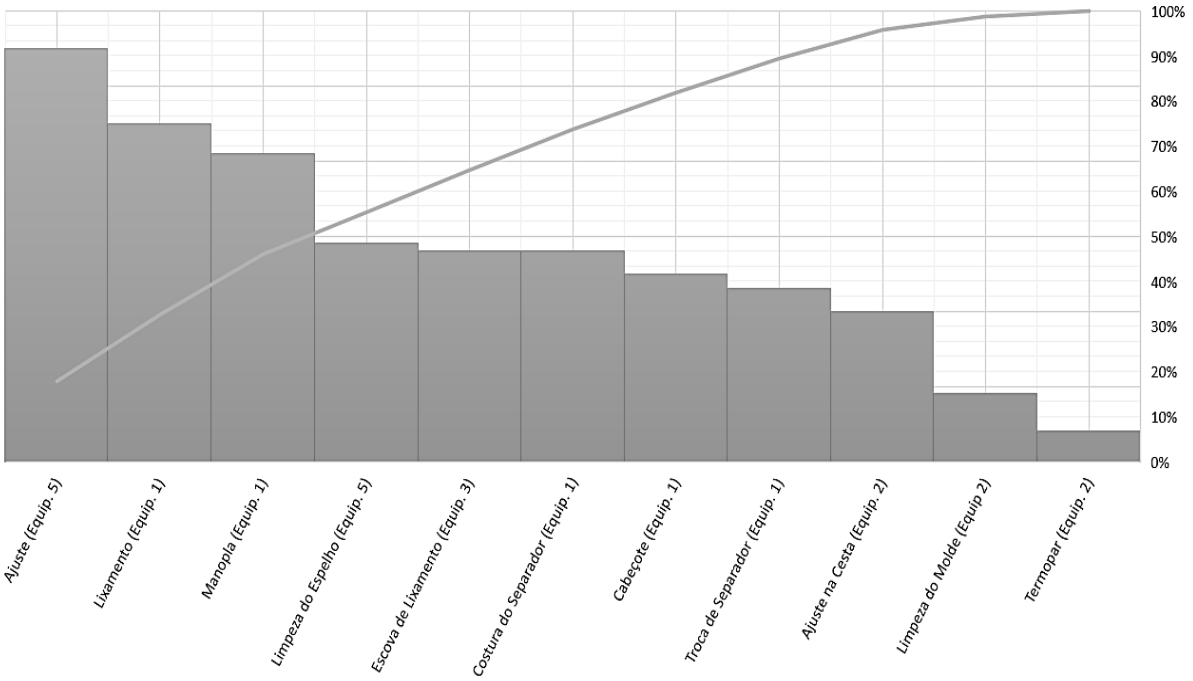
Figura 7 – Análise das perdas e paradas de linhas



Fonte: Autora (2023)

Assim, conforme a figura acima, pôde-se determinar a linha de produção com maior prioridade. Depois de selecionar a linha a focar, linha seis, os olhos moveram-se para a esta linha para identificar os principais problemas que afetam a mesma. Diante disso, foi criado um gráfico de Pareto para descobrir as causas predominantes de paradas não planejadas na linha seis de produção, tentando descobrir qual seria o equipamento gargalo, ou seja, dos equipamentos que compõem a linha, qual deles tem causado mais tempo parado e perda de produção. Abaixo está um gráfico de Pareto com os principais motivos de paradas não programadas da linha seis de produção.

Figura 8 – Análise das perdas e paradas de linhas



Fonte: Autora (2023)

3.2.1.2 5G

Após identificar qual a linha que apresenta maiores perdas no setor da Montagem da empresa X, linha 6, e definir qual o equipamento gargalo dentro da linha seis, equipamento 5. O próximo passo foi fazer uma análise de 5G em cima desse equipamento. Segue abaixo o desenvolvimento do 5G no qual foi possível desenvolver o planejamento do projeto, Quadro 2.

Quadro 2 – Análise de 5G

Gemba (vá até o local)	• Posto de Trabalho: Equipamento 5 • Área/Planta: Linha 06 de Montagem
Gembutsu (examine o objeto)	O equipamento utilizado nesse processo é o cinco e as atividades desenvolvidas são desempenhadas pelo maquinário. O operador coloca a tampa manualmente e o equipamento desempenha o papel de queima e selagem desta tampa na caixa. Para verificar se a tampa está selada corretamente, os operadores fazem testes para verificação da qualidade da selagem, centralização e nivelamento da mesma. Por meio de uma análise verificou-se que o equipamento é o que apresenta as paradas para ajuste. Se tornando, dessa forma, o gargalo do processo. Além disso, o equipamento

	apresenta muitas paradas não planejadas decorrente de problemas ainda não identificados.
Genjitsu (checar fatos e dados)	O equipamento 5 tinha uma programação da máquina na qual a máquina a cada 100 peças produzidas fica em torno de 30 segundos parada. Esse tempo sem funcionar provoca um estorvo de 18 peças/turno. Outras anomalias são a identificação de paradas para ajustes na máquina. Essas paradas representavam cerca de 690 segundos/ dia de máquina parada para manutenção e ajuste. Por meio de análise pôde-se verificar que essas paradas estavam associadas as hastes e a régua de fixação. A junção de todos esses fatores proporcionava um contexto de que o equipamento não conseguia dar conta, ocasionando a necessidade de "arriar" peças. Essas peças acumuladas eram repostas no processo ao final do turno ou eram repassadas para o turno seguinte, ocasionando dessa forma gastos com hora-extras dos operadores.
Genri (compare com a teoria)	É importante que a máquina não apresente paradas para ajustes tendo em vista que para obtenção de um fluxo contínuo, as operações e o processo devem estar balanceados, onde todos os trabalhadores ou estações tenham a mesma carga de trabalho sem interrupções.
Gensoku (seguimento de padrões)	A máquina faz o processo de selagem de forma automática. A função do operador é fazer teste e análise visual da caixa e tampa a cada uma hora para verificar a qualidade da selagem. O colaborador também tem a função de trocar o teflon a cada três horas e fazer a limpeza do espelho a cada uma hora. Essas práticas são necessárias para a obtenção de uma boa selagem. Dentre as normas existentes, encontra-se uma ATR (Tabela de Referência) do padrão visual da selagem caixa e tampa na qual tem a função de auxiliar o operador no teste hora, hora.

Fonte: Autora (2023)

Por meio do 5G foi possível obter informações sobre muitos problemas do equipamento cindo da linha sei de montagem. O próximo passo, baseado na folha A3 de Kaizen, é definir metas, ou seja, aonde se quer chegar com o desenvolvimento deste projeto.

3.2.1.3 Definição das Metas

Um projeto pode ter várias metas, dependendo do setor e da unidade de negócios, mas pode ser útil determinar uma maneira de categorizá-los em grupos estruturados. Quando se enquadra em uma categoria ampla, pode aplicar uma abordagem geral.

As metas são os marcos que contribuem para o desenvolvimento do projeto durante um determinado período de tempo. Além de definir o objetivo do projeto ou a finalidade que o projeto alcançará, as metas do projeto também especificam o tempo e a duração necessários para que o projeto atinja estes objetivos.

Para o projeto em estudo a meta foi: Aumentar a capacidade nominal do equipamento cinco em 17%, houve a necessidade de confecção de algumas partes da máquina para consequentemente diminuir as paradas para ajuste. Com a análise inicial pôde-se perceber que o equipamento cinco apresenta paradas não programadas que acabam confundindo o operador. Se tornando, dessa forma, o gargalo do processo. Sendo assim, houve a necessidade de fazer algumas modificações na programação da máquina e modificações nos padrões.

3.2.1.4 Definição da causa raiz (5W1H e Ishikawa)

Após definir o objetivo e metas e determinar o problema, é preciso analisar (observar) o fenômeno ou problema para que as características do problema podem ser identificadas. A análise do fenômeno é realizada no detalhamento, incluindo a análise da especificidade de um problema com um amplo campo de visão e diferentes pontos de vista. Por meio dessa investigação, o foco do problema pode ser determinado.

O 5W1H é direcionado para determinar o fenômeno porque pode distinguir a posição de cada item observando as diferentes categorias. Em suma, a ferramenta consiste em questões pré-definidas e "pontos-chave" que permitem definir os fenômenos de forma detalhada e não geral.

Com base nas questões metodológicas do 5W1H (*who, when, where, who, wich, how*), os gestores desenvolveram várias perguntas como: "O que aconteceu? Qual é o problema? Qual produto/máquina/material?"; “Quando o problema aconteceu (início de turno, setup)? Em que momento da operação? Em que data e hora?”; “Onde foi detectado o problema (local)? Onde foi detectado no material ou equipamento o problema?”. Com base nas soluções dessas questões, os fenômenos são construídos na ordem (6, 1, 2, 3, 4, 5). Abaixo segue a Tabela 1 demostrando a construção do fenômeno do problema baseado na metodologia 5W1H.

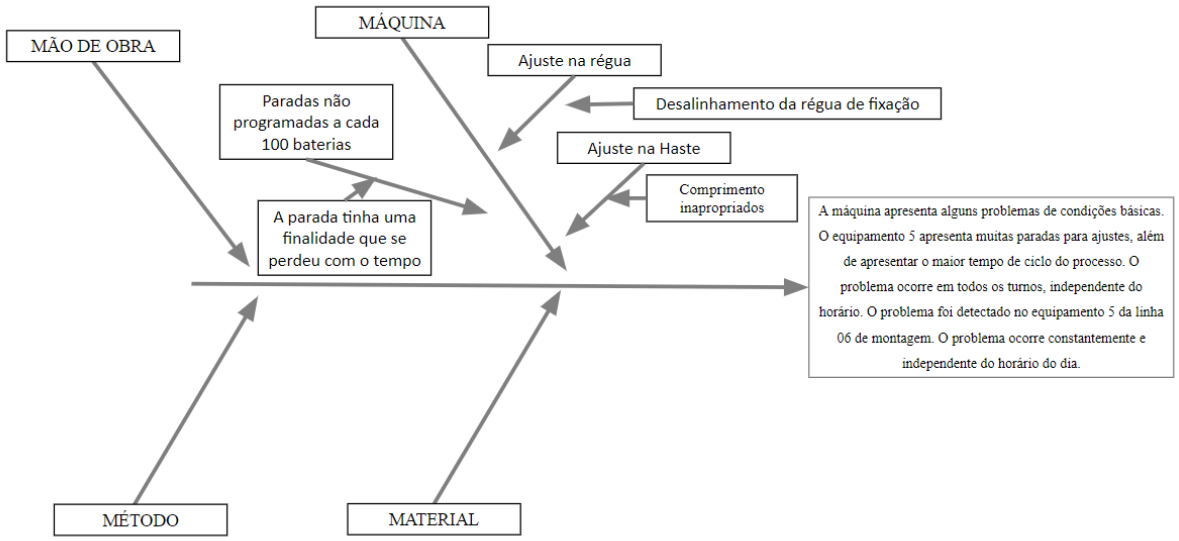
Tabela 1 – Definir fenômeno (5W1H)

N°	5W1H	Perguntas (5W1H)	Resposta	**Fenômeno:** (6 + 1 + 2 + 3 + 4 + 5)
1	O que (Who)	O que aconteceu? Qual foi o problema? Em que produto / máquina / material?	O equipamento 5 apresenta muitas paradas para ajustes, além de apresentar paradas não programadas no processo.	A máquina apresenta alguns problemas de condições básicas. O equipamento 5 apresenta muitas paradas para ajustes, além de apresentar paradas não programadas no processo. O problema ocorre em todos os turnos, independente do horário. O problema foi detectado no equipamento 5 da linha 06 de montagem. O problema ocorre constantemente e independente do horário do dia.
2	Quando (When)	Quando o problema aconteceu (início de turno, setup)? Em que momento da operação? Em que data e hora?	O problema ocorre em todos os turnos, independente do horário.	
3	Onde (Where)	Onde foi detectado o problema (local)? Onde foi detectado no material ou equipamento o problema?	O problema foi detectado no equipamento 5 da linha 06 de montagem.	
4	Quem (Who)	Tem influência operacional? É afetado pela habilidade de um operador mais antigo?	O fenômeno não é afetado por questões operacionais.	
5	Qual (Wich)	Qual tendência o problema apresenta? É aleatório ou em sequência?	O problema ocorre constantemente e independente do horário do dia.	
6	Como (How)	Qual o estado do equipamento ou objeto em relação a condição normal?	A máquina apresenta alguns problemas de condições básicas.	

Fonte: Autora (2023)

Com base na definição do fenômeno, iniciou-se a identificação das principais causas associadas ao problema. Portanto, para identificar essas causas, foi desenvolvido um diagrama de Ishikawa, que permite identificar as possíveis causas de um problema ou efeito específico. O diagrama é utilizado para melhorar processos, resolver problemas e identificar oportunidades de melhoria. Apresenta ramificações correspondentes a diferentes categorias. Abaixo segue uma figura, Figura 9, com o desdobramento das principais causas raízes relacionados as categorias em questão.

Figura 9 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autora (2023)

O diagrama de Ishikawa segue com à realidade dos problemas, identificam suas causas e os direcionam. Quatro categorias amplas possíveis de operação de diagrama tornam-se aparentes, Método, Mão de Obra, Material e Máquina, denominados também de 4 M.

A categoria Mão de Obra refere-se a treinamento de pessoal, qualificação e falta de reconhecimento profissional que levam a erros no registro de desejos do cliente no sistema, o que leva a retrabalho e estresse desnecessário para os clientes e desestímulo aos parceiros comerciais.

Na categoria de Método, observa-se a dificuldade de movimentação dos operadores entre espaços físicos onde o ambiente de trabalho interconectados estão distantes, o que acaba levando a movimentação desnecessária e desperdícios de movimentação, tempo e esforço.

Na categoria Máquina, remete que os equipamentos apresentam problemas e paradas para ajuste, quebras e limpezas. O que acarreta paradas, maioria não programadas, de toda a linha e perdas de produtividade. Portanto, afeta não apenas um segmento, mas são perdas que atingem a empresa como um todo.

Dentre as quatro categorias, observa-se que o projeto é afetado apenas pela categoria de Máquinas. As outras categorias não têm influência sobre o problema. Depois de estruturado o diagrama, foram encontradas as principais causas para os principais problemas relacionados ao equipamento 5.

Em relação a categoria Máquina, observou-se que existia uma programação no

equipamento que a cada 100 peças ao equipamento deveria parar por 30 segundo. Segundo a análise, essas paradas surgiram com o objetivo de melhorar a qualidade, mas acabaram se perdendo com o tempo. Acontece que o operador não entendeu o motivo desse tempo de inatividade e, quando esse tempo de inatividade não foi mais usado, o produto não perdeu qualidade. Portanto, esse tempo parado ficou desnecessário e passou a afetar a produtividade do sistema. Outras anomalias são a identificação de paradas para ajustes na máquina. Essas paradas representavam cerca de 690 segundos/ dia de máquina parada para manutenção e ajuste. Por meio do diagrama pôde-se verificar que essas paradas estavam associadas as hastes e a régua de fixação.

As hastes fazem parte da estrutura do equipamento, no equipamento contém quatro hastes, uma para cada ponta da máquina. Elas são responsáveis pelo nivelamento da selagem da tampa na caixa. Se as hastes apresentam algum problema, a tampa fica desalinhada com a caixa e as duas partes não fixam de forma uniforme. No que diz respeito ao estudo de caso, as hastes apresentavam o comprimento inapropriados e isso acarretava uma selagem ruim e consequentemente paradas para ajustes.

A régua de fixação é responsável por “segurar” a caixa dentro da máquina para se iniciar o processo de colagem da tampa. No problema em questão, a régua de fixação ficava desalinhada e consequentemente a tampa e a caixa também, ou seja, a tampa não se encaixava na caixa e isso proporcionava paradas para ajustes.

3.2.2 Do: Realizar

A partir dos resultados obtidos até o momento segue-se para realizar as etapas D – (Realizar). Esta etapa está associada ao plano de ação para o desenvolvimento do projeto. O plano de ação é uma estrutura que segue uma metodologia específica para definir metas e objetivos, as atividades a serem realizadas, designar quem é o responsável pelo desenvolvimento de cada uma destas atividades, mensurar valores associados a cada ação, definir as datas de cada marco e acompanhar o andamento do projeto para alcançar os melhores resultados Para o plano de ação do estudo, segue abaixo um tabela, Tabela 2, contendo o número das ações, a descrição, responsável, valores do custo de implementação e data de implementação dessas ações.

Tabela 2 – Plano de Ação

PLANO DE AÇÃO				
Nº	**Ação (O que?)**	**Quem?**	**Quanto?**	**Quando?**
1	Ajuste na programação do maquinário	Colaborador 1	R$ 0,00	dd/mm/aaaa
2	Diminuição do tempo de queima e de selagem	Colaborador 1	R$ 0,00	dd/mm/aaaa
3	Confeccionar régua de fixação	Colaborador 2	R$ 0,00	dd/mm/aaaa
4	Confeccionar hastas para regulagem	Colaborador 2	R$ 0,00	dd/mm/aaaa

Fonte: Autora (2023)

3.2.3 Check: Verifica

Após a implementação das melhorias, a linha de produção foi observada durante um mês para verificar se as alterações surtiram efeito, ou seja, se reduziram o tempo de parada de ajuste da máquina e quais foram as consequências das mudanças na linha.

Durante esse mês de análise, após as modificações e trocas dos elementos confeccionados, pôde-se verificar que houve uma redução de mais de 45% de paradas não programadas na linha seis de Montagem. Analisando os resultados observa-se que no mês de setembro a média de produção da linha era de aproximadamente 1917 peças/dia e após a implementação do projeto e melhoria na linha, dia 09 de novembro, pôde-se observar que a produção média da linha se tornou 1992 peças/dia. Logo, houve um ganho de 75 peças/dia.

3.2.4 Act: Atuar

Houve confecção de todas as partes planejadas do maquinário (régua de fixação e hastes de regulagem). Outra modificação foi a retirada da parada imprevista e a mudança dos parâmetros no que diz respeito ao tempo de queima e de selagem. Houve a verificação se essa alteração não afetaria na qualidade da selagem da tampa, ou seja, a selagem da tampa depois da modificação continuou com uma boa qualidade. Os testes de qualidade foram todos validados e essas modificações seguiram para serem implementadas em outras linhas que apresentavam o mesmo problema.

3.3 Proposta de Melhoria

Com base em fundamentação teórica e pesquisa bibliográfica, seguem alguns pontos fundamentais para aprimorar o uso da ferramenta da Empresa X:

- Introduzir o diagrama de Ishikawa, ou qualquer outro método de análise de causa raiz, dentro do 5G, mais especificamente no terceiro G, Genjitsu, que é a fase responsável por checar fatos e dados. Essa mudança proporcionaria uma maior robustez ao 5G e deixaria a folha A3 de Kaizen mais completa. Além disso, já se faz a análise da causa raiz apenas com o diagrama de causa e efeito, tendo em vista que segundo a bibliografia diagrama tem exatamente a função de identificar todas as possíveis causas de um problema. Sendo assim, não haveria a necessidade de implementação do 5W1H.
- No que diz respeito ao gráfico de Pareto com os principais motivos de paradas, deveria ter apenas cinco colunas de causas e uma sexta coluna juntando todas as outras opções;
- No Diagrama de Ishikawa a causa raiz do problema está muito mais associado com a categoria Máquina e as outras categorias não apresentam nenhum desdobramento. Uma proposta, para este contexto especificamente, seria substituir o Diagrama de Ishikawa por outro método mais enxuto, o método 5 Porquês por exemplo.
- Outra sugestão de melhoria é utilizar o método 5W1H ou 5W2H para determinar os planos de ação. A ferramenta 5W2H é uma ferramenta desenvolvida para desenvolver um plano de ação para realizar as atividades de forma mais eficaz e eficiente. A utilização de tal ferramenta permite maior organização das informações necessárias em um plano de ação. A utilização da ferramenta consiste em responder a sete perguntas:
    1. Quem? - Quem vai participar da ação?
    2. Por quê? - Por que a ação está sendo realizada?
    3. O quê? - Quais ações serão realizadas?
    4. quando - Quando foi feito o procedimento?
    5. onde? - Onde a ação acontecerá?
    6. Quanto custa? - Quanto custa a ação?
    7. Como? - Como o trabalho vai ser feito?

4 CONCLUSÃO

Este estudo descreve a realidade de muitas empresas onde os gestores estão convencidos de que existe um problema, mas não conseguem identificar a causa ou resolvê-lo. Portanto, as ferramentas da qualidade são essenciais para encontrar a causa raiz e implementar melhorias nos processos.

Os métodos e ferramentas propostos por este projeto podem beneficiar organizações que buscam reduzir e/ou eliminar problemas, aumentando assim a competitividade e reduzindo custos. A aplicação das ferramentas básicas da qualidade e ferramentas de melhoria de processo comumente usadas está relacionada com a exploração dos resultados organizacionais.

Infelizmente, muitos profissionais ainda subestimam a importância das ferramentas da qualidade; eles preferem sua própria experiência sem usar as ferramentas adequadamente. O problema poderia em algum momento ter sido corrigido, mas não se justifica e questiona-se se a causa do problema foi removida e as medidas apropriadas tomadas para corrigi-lo para que não ocorra novamente no futuro.

Resulta do trabalho que também se pode concluir que tanto os objetivos gerais como os específicos foram alcançados. Ao final do projeto pode-se observar que esses dois tipos de objetivos foram conquistados coerentemente.

Juntamente com a revisão da literatura, artigos acadêmicos e livros são examinados para conceituar o tema e fornecer uma base teórica para a construção teórica da qualidade, produtividade e ferramentas da qualidade.

O estudo de caso analisado neste trabalho, aplicou os métodos descritos no PDCA, Kaizen e as ferramentas tradicionais da qualidade em uma empresa de autopeças do setor automotivo. Na primeira etapa foi feita a identificação dos problemas que causavam maiores consequências a empresa, para isto, foi utilizada o diagrama de Pareto. Para determinar a causa raiz, foi utilizado o mapa de Ishikawa com 5W1H e 5G. Todas essas ferramentas estão inseridas no PDCA e guiadas pelo método Kaizen. A segunda etapa foi a análise dos resultados, para verificar os ganhos gerados com a aplicação das ferramentas. Por fim, a terceira e última etapa que diz respeitos as propostas de melhorias. os resultados são analisados e, a partir da fundamentação teórica, são levantadas algumas propostas para melhorar nos métodos utilizados.

Segundo o estudo de caso, os resultados obtidos com a implementação em análise foi um ganho de 7,5% peças no dia. O objetivo do presente trabalho também é oferecer uma análise dos métodos utilizados. Não se trata de decompor os resultados obtidos, mas de melhorar o

desempenho metodológico e corrigir sua implementação à luz da teoria bibliográfica.

Essa pesquisa apresenta um potencial de inovação aparentemente médio na área específica do pensamento de gestão da qualidade. Isso ocorre pois apesar da grande variedade de publicações relacionando os elementos de produtividade, melhoria contínua e implantação da qualidade em geral, as áreas de aplicação são diversas e muito específicas para determinado contexto. Existem diversos artigos que relacionam os elementos na área de saúde, alimentícia, de construção civil e de diversos setores industriais. A aplicação das ferramentas se flexibiliza de acordo com o cenário e os desafios em evidência.

4.1 Dificuldades e Limitações

A primeira dificuldade é que os métodos utilizados pela empresa em estudo não são claros o suficiente, às vezes os métodos se misturam, assim como o 5G está incluído no PDCA e o PDCA está incluído no Kaizen, e muitas vezes não seguem um roteiro bem definido. Como resultado, todos os funcionários podem ter dificuldades de compreensão, levando ao uso incorreto e inconsistente de métodos.

A pequena quantidade de artigos científicos sobre algumas abordagens, como 5G e Kaizen, pode ser vista como uma dificuldade. Pois a busca na base científica Web of Science para o desenvolvimento de fundamentos teóricos e estudo dos métodos quase não rendeu material.

Uma das dificuldades é a falta de informação, pois alguns funcionários retêm alguns casos por medo de serem vistos como profissionais ineficazes, dificultando a sugestão de melhorias por parte da gestão.

Por fim, outra limitação é a necessidade de cuidado para não expor a empresa e suas informações sigilosas. Na falta de autorização da empresa para promoção do trabalho, devem ser envidados esforços no sentido de transmitir a mensagem de forma clara e coerente sem violar as restrições impostas pela empresa.

4.2 Sugestões para Trabalhos Futuros

Podem sugerir como trabalho a serem desenvolvidos a partir deste:

- Apesar dos resultados, ou seja, a aplicação do método na empresa demonstrou melhorias no processo. A aplicação de uma estrutura mais simples pode fazer mais sentido para o ambiente de trabalho desafiador do setor. Arriscando-se até a fazer uma análise comparativa entre os resultados obtidos pela metodologia atual, mais carregada,

com os resultados obtidos com o emprego de um escopo mais simples.

- Estudos com mais participantes, especialmente diagramas de espinha de peixe, seria interessante como meio de obter resultados mais significativos.

REFERÊNCIAS

ANFAVEA. Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Estatísticas ano 2023. On line. Disponível em: < https://anfavea.com.br/anuario2023/2023.pdf>. Acesso em: 23 de março 2023.

ANTONY J., **Some pros and cons of six sigma: an academic perspective The TQM magazine** 16(4) 303-306, 2004.

BALLESTERO-ALVAREZ, Maria Esmeralda. **Gestão da qualidade, produção e operações**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

BLAGA P., Boer J., **The influence of quality tools in human resources management**, Procedia Economics and Finance, 3 (2012) 672-680

BRKIC, V.; Djurdjevic T.; Dondur N.; , M. M. Klarin & B. Tomic (2013) **An empirical examination of the impact of quality tools application on business performance: Evidence from Serbia**, Total Quality Management & Business Excellence, 24:5-6, 607- 618

CAMPOS, V.F. TQT – **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. Rio de Janeiro: Desenvolvimento Gerencial, 1999.

CARPINETTI, L. C. R., **Gestão da qualidade: conceitos e técnicas**. 2. Ed. São Paulo: Atlas, 2012.

COSTA, A. F. B.; Epprecht, E. K; Carpinetti, L. C. R. **Controle estatístico de qualidade.** 2° ed., São Paulo, ed. Atlas, 2012.

DAVID Herbert, Adrienne Curry & Leon Angel. **Use of quality tools and techniques in services,** The Service Industries Journal, 23:4, 61-80, 2023.

DEMING, W. E.Qualidade: **A Revolução da Administração**. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

DJEKIC I.; Tomasevic I.; Zivkovic N.; and Radovanovic1 R. **Types of food control and application of seven basic quality tools in certified food companies in Serbia**. Wageningen Academic Publishers, 2013.

EISENHARDT, K.M. (1989) **Building theories form case study research. Academy of**

Management Review. New York, New York, v. 14 n. 4, 1989.

FALCONI, Vicent F. TQC – **Controle da Qualidade Total (no estilo japonês)**. 5. ed. Belo Horizonte: Bloch, 1992.

GIL, A.C. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6a ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GRYNA, F.M.; Chua, R.C.H.; FEO, J.A.D.; MAGAÑA, J.P. **Método Juran: Análisis y Planeación de la Calidad**; McGraw-Hill Interamericana: México, D.F., México, 2007; ISBN 978-970-10-6142-8.

HLIOUIA, Rached; Gharbia Ali; Hajjib Adnène. **Replenishment, production and quality control strategies in three-stage supply chain**. Engineering Costs and Production Economics. International Journal of Production Economics on-line. [on-line]. Volume 166. pp 1 – 284. ELSEVIER, Agosto 2015.

IMAI, Masaaki. **Kaizen: the Key to Japan's competitive success**. New York: T. K. Institute, Ed., 1986.

JURAN, Joseph M. **A Qualidade desde o projeto:** Os novos passos para o planejamento da qualidade em produtos e serviços. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

KHARUB M.; Limon S.; Sharma R. **The application of quality tools in effective implementation of HACCP: An empirical study of food and pharmaceutical industries.** IJQRM, 2017.

ISHIKAWA, K. **Guide to quality control.** Nova York, Kraus International Publications, 1982.

LODGAARD, E.; Gamme, I.; Aasland, K.E**. Success factors for PDCA as continuous improvement method in product development**. In Proceedings of the IFIP International Conference on Advances in Production Management Systems, Berlin, Germany, 24–26 September 2012.

MARIANI, C. A.; Pizzinatto, N. K.; Farah, O. E. **Método PDCA e ferramentas da qualidade no gerenciamento de processos industriais: um estudo de caso.** XII SIMPEP: Bauru, 2005

MATA LIMA, H. **Aplicação de Ferramentas da Gestão da Qualidade e Ambiente na Resolução de Problemas**. Apontamentos da Disciplina de Sustentabilidade e Impactes Ambientais. Universidade da Madeira (Portugal), 2007.

MIGUEL, P.A.C. Qualidade: enfoques e ferramentas. 1 ed. São Paulo: Artliber, 2006.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). **Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade**. 18 ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

NAKASHIMA H., Fujii h. and Suwa M., **Designing methodology for innovative service systems.** In Serviceology for Services pp 287-295 Springer Tokyo, 2014.

PALADINI, E.P. **Gestão da qualidade: teoria e prática.** Atlas, São Paulo, 2004.

PALADINI, E. P. *et al*. **Gestão da Qualidade - Teoria e Casos.** Rio de Janeiro: Campus. 2 ed., 2012.

PEINADO, J.; Graeml, A. R. **Administração da produção: operações industriais e de serviços**. Curitiba: UnicenP, 2007.

PEZZATTO, Alan Thomas *et al*. **Sistema de Controle da Qualidade**. Porto Alegre: Sagah Educação S.A, 2018.

QUEIRÓZ, M. I. de P. **O pesquisador, o problema da pesquisa, a escolha de técnicas: algumas reflexões.** In: Lang, A.B.S.G., org. Reflexões sobre a pesquisa sociológica. São Paulo, Centro de Estudos Rurais e Urbanos, 1992. p. 13-29. (Coleção Textos; 2a série, 3).

RENNÓ, Rodrigo. **Administração geral para concursos: teoria e questões**. 4. ed. Rio de Janeiro: Método, 2021.

SALAH S, Rahim A. and Carretero J. A., **The integration of Six Sigma and lean management** International Journal of Lean Six Sigma 1(3) 249-274. 2010.

SIDHU B. S., Kumar V. and Bajaj A., **The" 5S" Strategy by Using PDCA Cycle for Continuousb Improvement of the Manufacturing Processes in Agriculture Industry International.** Journal of Research in Industrial Engineering, 2013.

SILVA, D.; Delai I.; Castro M.; Ometto A.; **Quality tools applied to Cleaner Production** programs**: a first approach toward a new methodology.** Journal of Cleaner Production, 2012.

SINGH, J. E Singh, H. "**Kaizen Philosophy: A Review of Literature**", pp.1-63, 2009.

SOUSA S.; Rodrigues N.; Nunes E.**Application of SPC and Quality Tools for Process Improvement.** Procedia Manufacturing 11 (2017) 1215 – 1222

TARI J.; Sabater V. **Quality tools and techniques: Are they necessary for quality**

management?. Int. J. Production Economics 92 (2004) 267–280.

VENANZI, D., Gali, J., Lhou, H., & Silva, O. **Application of quality tools in solving problems in the production process of an abc company – case study**. Revista Científica Hermes, 22, 583-605, 2018.

VIRGEN Q. A., González M. C., Benavides L. M., Vazquez J. G and González P. T., «**Concurrent Engineering Model for the Implementation of New Products in the Textile Industry: A Case Study**,» Applied Sciences, p. 3584, 2021.

WANI, Z.K.; Chin, J.F.; Muhammad, N.A. **Common mistakes in running PDCA: A survey on university student PDCA project**s. IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng. 2019, 530, 012042.