

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO TECNOLÓGICO DE JOINVILLE
CURSO DE ENGENHARIA AUTOMOTIVA

KAREN SANTOS DE ASSIS

PROPOSTA DE FLUXO PARA REDUÇÃO DE ITENS DE INSPEÇÃO: ESTUDO DE
CASO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA

Joinville

2022

KAREN SANTOS DE ASSIS

PROPOSTA DE FLUXO PARA REDUÇÃO DE ITENS DE INSPEÇÃO: ESTUDO DE
CASO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA

Trabalho apresentado como requisito para
obtenção do título de bacharel no Curso de
Graduação em Engenharia Automotiva, do
Centro Tecnológico de Joinville da
Universidade Federal de Santa Catarina.

Orientadora: Dra. Suelí Fischer Beckert

Joinville

2022

KAREN SANTOS DE ASSIS

PROPOSTA DE FLUXO PARA REDUÇÃO DE ITENS DE INSPEÇÃO: ESTUDO DE
CASO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do título de bacharel em Engenharia Automotiva, na Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico de Joinville.

Joinville (SC), 12 de dezembro de 2022.

Banca Examinadora:

Dra. Suéli Fischer Beckert
Orientadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Dra. Janaína Renata Garcia
Avaliadora
Universidade Federal de Santa Catarina

Esp. Daniel Rodrigues Louzada
Avaliador Externo
BMW Group do Brasil / Supervisor de Qualidade

RESUMO

As exigências na qualidade dos produtos estão cada vez mais elevadas para garantir as expectativas dos clientes no produto final, muitas empresas optam pela utilização de postos de inspeções, principalmente empresas que possuem processos altamente manuais. Porém a competitividade do mercado faz com que as empresas estejam sempre buscando melhorar os seus processos e produtos para aumentar a eficiência e eliminar desperdícios. Neste aspecto, o trabalho apresenta uma proposta de um fluxo para redução de itens de inspeção baseando-se em padronização, utilização de ferramentas da qualidade e métodos de solução de problemas. O fluxo foi aplicado em um posto de inspeção de uma montadora automobilística, na qual foi padronizado o método de registro dos apontamentos de defeitos e com a utilização de ferramentas da qualidade seguindo o fluxo foi possível reduzir itens de inspeção e contribuir para a assertividade da tratativa de problemas.

Palavras-chave: Inspeção. Qualidade. Melhoria. Eficiência.

ABSTRACT

Product quality requirements are increasingly high. To guarantee customer expectations for the final product, many companies choose to use inspection stations, especially companies that have highly manual processes. However, the competitiveness of the market means that companies are always seeking to improve their processes and products to improve efficiency and eliminate waste. In this regard, the paper proposes a flow for reducing inspection items based on standardization, the use of quality tools, and problem solving methods. The flow was applied at an inspection station owned by an automotive manufacturer, where the method for recording defect notes was standardized, and with the use of quality tools following the flow, it was possible to reduce inspection items and improve the assertiveness of dealing with problems.

Keywords: Inspection. Quality. Improvement. Efficiency.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Método TWI	30
Figura 2- Ciclo PDCA	32
Figura 3- Aplicação das 8 Disciplinas.....	34
Figura 4- Modelo do diagrama de Pareto	36
Figura 5- Modelo de Brainstorming	37
Figura 6- Análise 5 porquês	38
Figura 7- Modelo do diagrama Ishikawa	40
Figura 8- Modelo de carta de controle.....	41
Figura 9 - Significados dos símbolos de um fluxograma	43
Figura 10 - Fluxo para avaliação de retirada de inspeções de itens classificados como não conformes que são liberados	45
Figura 11 - Fluxo para avaliação de retirada de inspeções de itens com alto índice de NC	47
Figura 12- Fluxo para avaliação de retirada de inspeções de itens que não apresentam NC	50
Figura 13 - Alteração no checklist da montadora	53
Figura 14 - Distribuição dos postos de inspeção na montadora.....	54
Figura 15- Tabela para consulta de lançamentos no sistema	55
Figura 16- Diagrama de Pareto dos tops defeitos apontados	55
Figura 17- Diagrama de Pareto dos defeitos que foram apontados pelos postos de inspeção e foram liberados	56
Figura 18 - Quadro sombra padronizado	58
Figura 19- Aplicação do Diagrama Ishikawa para resolução do problema.....	60
Figura 20- Aplicação do 5W2H para resolução do problema	61

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Exemplo de Folha de Verificação	42
Quadro 2 - Cargos da empresa com atuação direta no fluxo	52
Quadro 3 - Ações implementadas pelo técnico	60

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT- Associação Brasileira de Normas Técnicas

AIAG – Automotive Industry Action Group

APQP – Advanced Product Quality Planning

FMEA –Failure Mode and Effects Analysis

IATF – International Automotive Task Force

ISO – International Organization for Standardization

ISO/TS 16949 – International Organization for Standardization Technical Specification
16949

NC – Não Conforme

NPR – Número de Prioridade de Risco

TP – Trabalho Padronizado

TPS – Toyota Production System

TWI – Training Within Industry

VDA 6.3 – Verband der Automobilindustrie 6.3

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	11
1.1.1 Objetivo Geral	11
1.1.2 Objetivos Específicos	11
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	13
2.1. QUALIDADE	13
2.2 MELHORIA	15
2.3 INSPEÇÃO	16
2.3.1 Auditoria	19
2.3.2 Planejamento do processo de inspeção	20
2.3.3 Postos de inspeção na indústria automotiva	21
2.4 FMEA	23
2.4.1 Plano de Controle	24
2.5 PADRONIZAÇÃO	25
2.5.1 Implementação da padronização em inspeções	26
2.6 TREINAMENTO	27
2.6.1 Metodologia Training Within Industry (TWI)	29
2.7 MÉTODOS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS	31
2.7.1 PDCA	31
2.7.2 8D	33
2.8 FERRAMENTAS DE QUALIDADE	35
2.8.1 Diagrama de Pareto	36
2.8.2 Brainstorming	37
2.8.3 5 porquês	38
2.8.4 5G	39
2.8.5 Diagrama de Ishikawa	40
2.8.6 Carta de Controle	41
2.8.7 Folha de Verificação	42
2.8.8 Fluxograma	42
3. DESENVOLVIMENTO DE UM FLUXO PARA AVALIAÇÃO DA RETIRADA DE ITENS DE INSPEÇÃO	44

3.1 DEFEITOS APONTADOS PELOS POSTOS DE INSPEÇÃO E QUE SÃO LIBERADOS.....	45
3.2 OS PRINCIPAIS EFEITOS APONTADOS PELOS POSTOS DE INSPEÇÃO	46
3.3 ITENS INSPECIONADOS E QUE RARAMENTE APRESENTAM DEFEITOS ...	49
3.4 Considerações em relação a aplicação do fluxo	50
4. APLICAÇÃO DO FLUXO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA	52
4.1 APLICAÇÃO DO FLUXO PARA RETIRADA DA INSPEÇÃO DE ITENS QUE SÃO INSPECIONADOS E RARAMENTE APRESENTAM DEFEITOS	56
4.1.1 Item A	56
4.1.2 Item B	58
4.2 APLICAÇÃO DO FLUXO PARA RETIRADA DA INSPEÇÃO DOS PRINCIPAIS ITENS APONTADOS PELO POSTO DE INSPEÇÃO	59
4.3 APLICAÇÃO DO FLUXO PARA RETIRADA DA INSPEÇÃO DO ITENS QUE SÃO APONTADOS PELOS POSTOS DE INSPEÇÃO E QUE SÃO LIBERADOS	61
4.4 CONCLUSÕES DA APLICAÇÃO DO FLUXO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA.....	62
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
REFERÊNCIAS.....	65
APÊNDICE A – PROPOSTA DO FLUXO.....	70
APÊNDICE B – FLUXO ADAPTADO PARA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA.....	71

1. INTRODUÇÃO

Com o surgimento das máquinas no século XVIII, várias atividades deixaram de ser produzidas a mão e passaram a ser mecanizadas. Dessa forma, a produção passou a ser padronizada e a quantidade de falhas tornou-se elevada devido as limitações das máquinas, despreparo dos operários, treinamentos e gestão falhos. Nesse contexto ficou evidente a necessidade de uma estruturação para que as indústrias tivessem maior eficiência, produtividade e qualidade (PAGANO, 2000).

Para evitar que os defeitos chegassem até o cliente surgiu a inspeção, na qual o operário era treinado e tinha a função de apenas avaliar se o produto estava em conformidade com as especificações. O intuito era utilizar a inspeção após a produção para evitar que produtos inadequados fossem enviados aos clientes, ou seja, separar o que estava ruim do que estava bom para comercialização e uso (PALADINI, 1994).

De acordo com o Sistema Toyota de Produção (TPS), que tem foco na *eliminação total de perdas*, postos de inspeções são considerados perdas pois não agregam valor ao produto e geram um desperdício de tempo, manuseio e esforços. A garantia de que o produto apresentará zero defeitos deveria vir do próprio processo (LIKER; MEIER, 2007).

Porém, é necessário considerar que as empresas que utilizam a mão de obra na fabricação dos seus produtos apresentam limitações para garantir uma produção sem defeitos. As pessoas estão sujeitas a falhas devido ao cansaço físico e mental, e também pela falta de conhecimento. Quanto maior for a capacitação dos funcionários maior será o seu rendimento e menor a probabilidade de fabricação de produtos com defeitos (NGADIMAN; HUSSIN; BON, 2017).

Com a indústria 4.0, através da combinação de inovações e tecnologias digitais capazes de revolucionar a produção industrial, montadoras automobilísticas tem buscado alternativas tecnológicas, como por exemplo a realidade aumentada, para substituir ou auxiliar os operadores nas inspeções e com o objetivo de minimizar a alta probabilidade de erros devido aos problemas de eficiência em treinamentos ou inspeções muito complexas (CHOUCHENE et al., 2022).

Porém a implementação destas tecnologias na indústria apresenta alguns problemas relacionados à segurança, compatibilidade e bom funcionamento do software em um ambiente real da indústria. Também apresenta alto custo de

instalação, principalmente pelo fato de que a indústria automotiva produz veículos de alta tecnologia e com uma grande quantidade de detalhes para cada variante, sendo assim necessário customizá-los para as necessidades específicas de cada empresa (CHOUCHENE et al., 2022).

Dessa forma, empresas com dependência de mão de obra humana no processo produtivo tem maior dificuldade em eliminar a necessidade de inspeções para qualidade dos produtos entregues aos clientes. Cabe as empresas buscar continuamente formas de melhorar e evitar falhas, tornando os seus processos cada vez mais robustos.

Neste sentido, uma análise mais detalhada dos postos de inspeções típicos em montadoras automotivas é necessária. Neste trabalho será conduzido um estudo destes postos de inspeções, verificando o volume de inspeções e desenvolvendo um fluxo, incluindo a utilização de ferramentas da qualidade, para que a quantidade de inspeções realizadas seja minimizada e melhor qualificada. A partir da proposta desenvolvida, um estudo de caso será conduzido com a aplicação do fluxo em um posto de inspeção de uma montadora automobilística.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo Geral

Propor um método para redução de itens de inspeção em montadoras automobilísticas, visando a redução de desperdício e o aumento na assertividade da solução de problemas que causam erros de montagem.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Pesquisar a necessidade de posto de inspeção ao longo do processo produtivo em montadoras automobilísticas;
- Revisar a literatura sobre padronização, ferramentas da qualidade e metodologias para resolução de problemas;
- Propor um fluxo para minimizar o volume de verificações em postos de inspeção;
- Realizar um estudo de caso com a aplicação do fluxo proposto em uma montadora automobilística.

Na sequência, tem-se a fundamentação teórica necessária para o desenvolvimento e aplicação do fluxo, abordando definições de qualidade, conceitos de inspeções e sua aplicação em montadoras, abordagens sobre padronização e treinamentos, revisão dos métodos e ferramentas da qualidade utilizados para solução de problemas.

O capítulo 3 consiste no desenvolvimento da proposta do fluxo para reduzir os itens a serem inspecionados em postos de inspeção. No capítulo 4, encontra-se o estudo de caso da aplicação do fluxo em uma montadora automobilística e por fim, no capítulo 5 são apresentadas as considerações finais.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este capítulo apresenta uma revisão sobre conceitos da qualidade, ferramentas e métodos para solução de problemas.

2.1. QUALIDADE

Segundo Juran (1995), o conceito de qualidade existe desde os primórdios da civilização; o homem, no momento da coleta dos frutos para se alimentar, utilizava a estratégia de inspecioná-los para depois comê-los. Nessa época, o fornecedor e o cliente eram a mesma pessoa, entretanto, a inspeção já existia mesmo que ocorrendo informalmente e não padronizada, cada um tinha sua visão de produto dentro da conformidade.

Com a Revolução Industrial surgiu a divisão das tarefas na fabricação de um produto, produção em maior escala com custos menores advinda da utilização de máquinas em substituição aos processos manuais. A variedade de produtos, associados às características mais exigentes, tornou imprescindível a necessidade de melhores níveis de precisão nos equipamentos, nas inspeções e testes. A necessidade de intercambialidade de peças e partes dos produtos começou a despertar um crescente interesse pela padronização (JURAN, 1995).

Ainda conforme Juran (1995), a partir da Segunda Guerra Mundial, houve uma grande evolução tecnológica, acompanhada por uma complexidade técnica de materiais, processos de fabricação e produtos. E essa situação inviabilizou a inspeção total da produção. Surgiu então uma evolução do controle da qualidade: o controle estatístico, baseado em inspeção por amostragem e gráficos de controle, e começava a despontar, timidamente, o conceito de prevenção de falhas.

Dentre as normas voltadas para gestão da qualidade, tem-se difundida a ISO 9001, cuja última versão ocorreu em 2015, que relaciona a qualidade dos produtos e serviços diretamente com a satisfação do cliente, não incluindo apenas a função e desempenho esperado, mas também o valor percebido e o benefício para o cliente.

Em 1999 a *International Automotive Task Force* (IATF) desenvolveu a especificação técnica ISO/TS 16949, com o objetivo de harmonizar os diferentes sistemas de avaliação e certificação da cadeia de fornecedores para o setor

automobilístico, introduzindo um conjunto de técnicas e métodos para o desenvolvimento de produtos e processos. Em 2016, foi revisada e transformada na norma IATF 16949, que apresenta os requisitos do Sistema de Gestão da Qualidade para produção automotiva e relevantes peças de serviços da organização.

Sendo assim, fica evidente que a definição do termo *qualidade* vem apresentando alterações e passa a ser cada vez mais abrangente que a definição dada pela norma ISO 9000: 2015, que limita a qualidade pela capacidade de satisfazer os clientes e pelo impacto pretendido e não pretendido nas partes interessadas pertinentes.

De acordo com Silveira (2019), a qualidade apresenta cinco abordagens distintas:

- a) Transcendente: na qual a qualidade é sinônimo de excelência inata, um produto que é universalmente reconhecido, que está atrelado a marcas de alto nível na qual o padrão de qualidade é excelente;
- b) Baseada no produto: é uma abordagem objetiva e mensurável. Os produtos são avaliados qualitativamente em função dos seus atributos;
- c) Baseada no usuário: é uma abordagem subjetiva que está atrelada ao cliente, na qual a qualidade é avaliada de acordo com a satisfação do cliente;
- d) Baseada no valor: a qualidade está relacionada ao custo do produto, na qual o produto deve oferecer desempenho e conformidade a um preço acessível;
- e) Baseada na produção: a definição de qualidade é oriunda da conformidade do produto com base nas especificações planejadas. Produtos além dos requisitos determinados não são considerados de qualidade.

Coelho et al. (2016) relata que, apesar das diferentes perspectivas para a qualidade, a definição mais comum é a adequação de um conjunto de atributos que compõem um produto ou serviço, incluindo grau de excelência, adequação ao uso, adequação ao propósito, consumidores satisfeitos, conformidade com requisitos e inexistência de defeitos. Neste contexto, a inspeção é uma maneira de garantir a qualidade final do produto e evitar que produtos com defeitos cheguem até o cliente.

2.2 MELHORIA

De acordo com a ISO 9000 (ABNT¹, 2015), a melhoria é essencial para uma organização manter os atuais níveis de desempenho, reagir às mudanças em suas condições internas e externas e criar novas oportunidades. É evidente também que, empresas de sucesso têm um foco contínuo na melhoria.

Dentre os principais benefícios da implementação do conceito de melhoria dentro de uma empresa, podem ser citados: melhoria do desempenho de processos, capacidade organizacional e satisfação do cliente; melhoria do foco na investigação e determinação da causa-raiz, seguida de prevenção e ações corretivas; reforço na utilização da aprendizagem para melhoria e melhoria em busca de inovação (ABNT¹,2015).

Além do objetivo de melhorar o desempenho e a eficácia do sistema de gestão da qualidade, a melhoria também tem foco em corrigir, prevenir ou reduzir defeitos indesejados. Exemplos de melhoria podem conter correção, melhoria contínua, mudanças revolucionárias, inovação e reorganização (ABNT², 2015).

Segundo a ABNT NBR ISO 9001: 2015, a empresa deve considerar os resultados de análise e avaliação e as saídas de análise crítica pela direção para determinar se existem necessidades ou oportunidades que devem ser abordadas como parte de melhoria contínua. Porém, seguindo o STP (LIKER; MEIER, 2007), a melhoria contínua torna-se uma série de pequenas melhorias que criam instabilidades.

A instabilidade pode ser observada nas seguintes situações: um alto grau de variação nas medidas de desempenho, mudanças frequentes de plano quando ocorre um problema, não ser possível observar um padrão ou método coerente de trabalho, estoques em processos que são aleatórios ou operações sequenciais que operam independentemente (LIKER; MEIER, 2007).

De acordo com o STP (LIKER; MEIER, 2007), para restabelecer a estabilidade, algumas ferramentas podem ser utilizadas, tais como:

- a) Exercício do círculo: que é parte da filosofia de genchi genbutsu, que enfatiza a ida ao local real para observar e compreender. Na qual o participante deve observar cuidadosamente uma operação e identificar as falhas e as condições que as ocasionam;

- b) Trabalho padronizado: é considerado um conjunto de instruções para o operador, no qual são identificadas as etapas básicas do trabalho, tempo de cada etapa e o desenho da área de trabalho e do fluxo de movimentação do operador dentro da área;
- c) Organização do local de trabalho: organizar e determinar um lugar para tudo, deixar tudo limpo, separar corretamente os itens utilizados no processo;
- d) Solução de problemas: deve-se buscar uma resolução para o problema logo que ele é identificado, visto que a pressão de paralisar a linha de produção cria um senso de urgência e todos devem fazer um esforço em conjunto para resolver os problemas de forma permanente. É necessário que a empresa elimine o medo de represálias por parte dos seus funcionários e deixe evidente que eles contarão com apoio para resolução dos problemas.

Durante a transição de um processo instável para o estável ocorre a implementação de ações de contenções para garantir que o produto em desacordo com especificações de conformidade não chegue até o cliente; em alguns casos é aplicada a inspeção (DIAS; MORAES; SILVA, 2017).

2.3 INSPEÇÃO

A inspeção é a determinação da conformidade aos requisitos, que é a necessidade ou expectativa declarada por partes interessadas, especificados e que podem estar relacionados ao cliente, a qualidade, a gestão da qualidade ou ao produto (ABNT¹, 2015). Os requisitos podem ser expressos na forma de um padrão, um desenho, uma instrução escrita, um auxílio visual ou qualquer outro meio de transmitir as especificações necessárias (JURAN; GODFREY, 1999).

Para Laofor e Peansupap (2012), inspeção é o ato de medir ou examinar cuidadosamente a qualidade de um produto e a prevenção de defeitos para garantir que o produto final atenda às especificações e aos requisitos finais do cliente. Além disso, a inspeção de qualidade eficaz pode evitar custos e atrasos elevados relacionados a retrabalhos.

As funções de inspeção podem ser realizadas automaticamente, manualmente ou ambas de forma sequencial. O processo para execução consiste na aplicação das seguintes etapas:

- a) interpretação da especificação;
- b) medição da qualidade da característica;
- c) comparação entre a peça em avaliação e o padrão;
- d) julgamento da conformidade;
- e) processamento dos itens em conformidade;
- f) disposição dos itens não conforme e
- g) registro dos dados obtidos (JURAN; GODFREY, 1999).

A análise das inspeções pode ser realizada com sentidos intrínsecos do ser humano (olfato, paladar, visão, audição e tato) ou pode ser feita usando instrumentos de medição (eletrônicos, laser, testes químicos ou físicos). Quando a decisão é tomada com base em uma determinação de aceitar ou rejeitar, ela é considerada inspeção por atributo (JURAN; GODFREY, 1999).

Na inspeção por atributo, a única preocupação do operador é se o produto está dentro dos requisitos de conformidade, não é necessário analisar as características de qualidade dos itens. Um exemplo básico de inspeção por atributo é a utilização de um medidor de passagem ou não passagem (calibrador Passa-Não Passa) para verificar se o diâmetro de um eixo está de acordo com o aceitável (QUININO; BESSEGATO; CRUZ, 2017).

A inspeção visual, feita por um operador treinado, é efetiva para 80% a 90% dos casos inspecionados e após meia hora de trabalho apresentam um decaimento da acuidade visual para um único defeito (OLIVEIRA; PIO, 2008). Em casos em que é inacessível a inspeção visual, o operador utiliza o tato para realizar a inspeção; nestes casos, é importante avaliar e considerar a ergonomia do operador (TEIXEIRA, 2016). Em ambos os casos, inspeções sensoriais, é possível obter avaliações distintas por operadores diferentes ou o mesmo operador em dias diferentes (PESANTE, 1997).

Por consequência da dependência do fator humano nas inspeções, e considerando que o operador pode falhar por fadiga, mesmo sem nenhuma variação no processo, e deixar passar produtos não conformes, surgiu uma alternativa para as inspeções 100 %, ação de inspecionar a totalidade dos produtos ou peças produzidos por uma empresa, que é a inspeção por amostragem. Destaca-se também que a

inspeção 100 %, apresenta alto custo e requer muito mais tempo para ser realizada (MARTINS, 2002).

A inspeção por amostragem é geralmente utilizada em inspeções de entrada e saída, na qual é selecionada uma determinada quantidade de produtos e com base na inspeção desta quantidade é avaliado a aceitação ou rejeição de todo o lote. Em ambos os planos por amostragem, a sua aplicação é mais efetiva como uma ferramenta de auditoria, que assegura que a saída de um produto está conforme os requisitos (MARTINS, 2002).

No entanto, as inspeções 100% geralmente são utilizadas em itens ou produtos cuja falha pode colocar em risco a segurança do usuário, por exemplo: freios automotivos. Pois, considerando os custos dos defeitos detectados no cliente, onde o fabricante pode até ser implicado judicialmente por danos causados por uma falha do seu produto, o alto custo e tempo destas inspeções são justificáveis (MARTINS, 2002).

A inspeção durante o processo de produção tem um potencial maior para o início de melhorias na qualidade, custo e produtividade na empresa. Quando o defeito é identificado durante o seu processo de produção, com o conhecimento temporal dos dados, é possível fazer inferências sobre a estabilidade do processo (MONTEGOMERY, 2013). Esse monitoramento e registro dos defeitos direto na fonte, local em que o defeito acontece, permite uma análise mais detalhada da principal causa da falha que pode estar relacionado com vários fatores, tais como: falha de máquina, erro de operação, falta de padronização, falta de comunicação, falha do operador, entre outros. (Silveira, 2019).

Segundo Kang et al. (2022) a implementação de inspeções durante a linha de produção ou no final do processo de produção é essencial para garantir um baixo índice de defeitos no produto, visto que, essas falhas resultam em insatisfação do cliente e custos de reclamação de garantia. O sistema Toyota de produção (STP), mesmo considerando a inspeção como uma atividade que não tem valor agregado, enfatiza a necessidade das inspeções como uma espécie de compensação, já que ela impede a ocorrência de perdas maiores (LIKER; MEIER,2007).

Mesmo afirmando a importância das inspeções, o STP também aborda a necessidade da empresa em realizar esforços para minimizar as perdas e maximizar o valor. Alguns exemplos para a minimizar essa perda seriam: focar as inspeções em áreas específicas com histórico de problemas, treinar os operadores para olharem para os locais específicos quando realizam o trabalho (LIKER; MEIER,2007).

2.3.1 Auditoria

Auditoria é uma avaliação reconhecida oficialmente e sistematizada pelos interessados, com a finalidade de assegurar que o sistema, programa, produto, serviço e processo aplicáveis atingiam todas as características, critérios e requisitos exigidos (MILLS, 1994). Segundo a norma de qualidade da indústria automotiva alemã VDA 6.3 (VDA, 2020) existem três tipos de auditoria de qualidade: auditoria do sistema de gestão da qualidade, auditoria de processo e auditoria de produto. Neste trabalho será abordado apenas o tópico de auditoria de produto.

A auditoria de produto é uma ferramenta de gestão que serve para avaliar o produto a partir da perspectiva (interna e externa) do cliente e identificar qualquer potencial de melhoria contínua. A mesma pode ser realizada em produtos intermediários ou finais (mangueiras, parafusos) ou em peças de montagem (componentes eletrônicos, carrocerias, veículos completos) (VDA, 2020).

Os critérios de entrada para uma auditoria de produto são: requisitos do cliente (especificações), alterações no produto ou processo, reclamação de clientes internos e externos, constatações nas avaliações de riscos (por exemplo, FMEA), resultados de pesquisa de satisfação do cliente, resultados de auditorias de produto anteriores, importância estratégica do produto, oportunidades e riscos para a empresa (VDA, 2020).

A escolha do produto a ser auditado deve ser iniciada pelo auditor e essa informação não deve ser repassada para área de produção até que o produto seja retirado. A forma da escolha do produto pode ser definida pelo programa de auditoria ou pode ser realizada aleatoriamente. Após a finalização da auditoria, o produto deve ser restaurado à sua situação atual de retirada e devolvido ao processo, porém deve-se garantir que não haja desvios em relação ao produto aprovado (VDA, 2020).

Os resultados da auditoria devem ser documentados em um relatório, sendo que os desvios devem ser descritos de maneira compreensível e padronizada. Os relatórios devem conter todas as informações necessárias para determinação dos principais indicadores para avaliação da qualidade do produto, com referências aos objetivos da auditoria. No caso de não conformidade, o processo de eliminação da falha é iniciado com base no relatório da auditoria (VDA, 2020).

Os resultados das auditorias que não estão em conformidade com os requisitos e metas da empresa devem resultar em ações corretivas e preventivas, que

segundo a ISO 9000 (ABNT¹, 2015), são ações para eliminar a causa de uma não conformidade e para prevenir recorrência ou ações para eliminar a causa de uma potencial não conformidade ou outra situação potencialmente indesejável, respectivamente.

2.3.2 Planejamento do processo de inspeção

A implementação de métodos de inspeção em linhas de produção traz benefícios em produtividade, qualidade e satisfação do cliente. Mas, para garantir a eficiência do método de inspeção é necessário que haja um planejamento que determine preventivamente quais características de um produto devem ser inspecionadas, onde os métodos de inspeção devem ser implementados e quando essas inspeções precisam ocorrer (MARTINEZ; AHMAD, 2021).

As decisões sobre a implantação de métodos de inspeção em linhas de produção são muitas vezes realizadas com base em estudos empíricos ou qualitativos, ou assumindo o pior cenário de casos, nos quais os métodos de inspeção são colocados em cada estação de trabalho onde um processo altera o produto com altos custos (MARTINEZ; AHMAD, 2021).

Outra maneira eficiente para definir as necessidades de inspeção de um produto é a aplicação de uma análise de efeitos e modos de falha (FMEA) ao produto e desenvolver um método de inspeção para cobrir cada um dos potenciais modos de falha. Uma outra forma que também deve ser abordada é quanto aos requisitos de qualidade com base nas expectativas do cliente e criar uma lista de possíveis defeitos e falhas para que o sistema de inspeção garanta que o cliente não tenha contato com este defeito (DRURY, 2001).

Uma abordagem com foco nos requisitos dos clientes descrita por Lloyd et al. (2000) foi mostrar vários painéis de carrocerias de veículos com e sem defeitos e solicitar que os clientes avaliassem diretamente sua insatisfação com cada defeito. Com isso, foi gerado uma lista de defeitos mais relevantes do ponto de vista do cliente para projetar um sistema de inspeção apropriado, e não mais seguindo o padrão tradicional da lista de defeitos usada pelos engenheiros de processo da empresa.

Segundo Martinez et al. (2021), ao lidar com configurações de fabricação complexas e, conseqüentemente, com processos relativamente articulados, é particularmente importante identificar os processos mais críticos e vulneráveis e

desenvolver procedimentos de inspeção adequados, analisar os recursos necessários e definir o método de inspeção adequado e mais eficiente. Por exemplo, em um item de inspeção crítico pode ser necessário algum equipamento, tais como: lanterna, paquímetro etc. e uma instrução de trabalho detalhada de como realizar a inspeção para garantir que o operador realizará a operação de forma correta.

Pesante (1997) considera que existem três fatores que resultam em uma investigação de defeitos completa: tempo significativo para inspeção, necessidade de seleção e implementação de uma ótima estratégia de busca. Caso o operador realize a busca simultânea por mais de um tipo de defeito, ele precisa de um bom suporte de informações e estratégia de inspeção 100%, considerando que a maior parte das operações são realizadas manualmente.

2.3.3 Postos de inspeção na indústria automotiva

Os postos de inspeções na linha de montagem são áreas nas quais não são realizadas nenhuma montagem apenas é verificado se o produto está em conformidade com os requisitos (FENGLER et al., 2014). Segundo Juran (1997) as condições do ambiente tais como ângulo de visão, iluminação, distância de observação etc. são de extrema relevância para o julgamento do operador que realiza a inspeção em aceitar ou aprovar o produto.

Um estudo de caso foi realizado por Fengler et al. (2014) em um posto de inspeção em uma empresa de carrocerias de ônibus, no qual foi analisado o processo e evidenciado alguns pontos de melhorias, dentre eles:

- a) Falta de padronização das inspeções: a empresa não apresenta padrões de aceitação (foco no defeito) e nem padrão do processo de inspeção. Com isso a inspeção é subjetiva e propicia a um elevado nível de falha humana;
- b) Não utilização de equipamentos de medição: verificou-se que a maioria dos operadores de inspeção não utilizam instrumentos de medição a partir de critérios claros para a verificação de defeitos. Dessa forma o processo perde a confiabilidade. Como consequência, foi levantado o ponto de que os operadores da produção reclamam e propõem negociar o item apontado pelo operador de inspeção, argumentando que aquele item não precisa ser retrabalhado;

- c) Falta de treinamento dos operadores: quando um operador novo é contratado ele é instruído pelo operador mais experiente, passando um determinado período acompanhando as inspeções para compreender o método empregado, porém não é realizada uma capacitação formal sobre os aspectos e itens a serem observados pelo novo operador;
- d) Local da inspeção: a iluminação do local em um dos turnos não estava adequada, o que dificultava a identificação de defeitos visuais no veículo;
- e) Tempo para inspeção: foi observado que em alguns casos o operador é pressionado a finalizar a inspeção para que não haja perda no fluxo da linha.

Conforme Chouchene et al. (2022), em outro estudo de caso realizado em uma montadora automotiva, foi observado que a empresa apresenta um posto de inspeção na estação final da linha de montagem, sendo que essa é a única estação em que os defeitos são tratados e corrigidos. Nas demais estações os operadores apresentam o mesmo tempo de ciclo, cerca de 228 s, para montar, inspecionar e lançar no sistema possíveis falhas que deverão ser reparadas no posto final.

Tanto a inspeção quanto a correção dos defeitos são realizadas por um operador, que por meio da leitura de um documento de identificação que acompanha o veículo ao longo do processo produtivo, identifica o veículo presente na estação e o exibe em uma tela localizada na borda de linha e que mostra todos os defeitos do veículo; o operador dirige-se ao veículo para corrigir as falhas e depois regressa ao computador para confirmar, no sistema, a correção, ou não, dos defeitos (CHOUCHENE et al., 2022).

Uma outra empresa automotiva, optou pela substituição de técnicas manuais para inspecionar as superfícies da carroceria do carro por braços robóticos. A justificativa para tal alteração se dá pelo fato de que a inspeção humana é cara, demorada e fornece resultados que muitas vezes são difíceis de reproduzir e não são quantificáveis. Com a utilização de câmeras, os braços robóticos escaneiam vários pontos de inspeção na carroceria do carro, identificando e marcando automaticamente quaisquer defeitos na superfície, com um tempo de ciclo de aproximadamente 90 segundos. Em uma inspeção manual, o operador deveria reconhecer de forma confiável as diferentes falhas para tomar a decisão se a peça é aceitável ou defeituosa (MWP, 2008).

A partir dos exemplos acima, fica evidente que a inspeção em montadoras é essencial para garantir produtos sem defeitos, e que mesmo com a utilização de máquinas para inspecionar o produto é necessário que se tenha um operador para fazer um julgamento final e retrabalhar (ou não) o defeito apontado.

É notório também que se deve determinar métodos eficientes e claros para que os operadores não falhem no julgamento de aceitação ou rejeição do produto, e deve-se também evidenciar o que inspecionar e dar tempo necessário para que o operador realize o processo de inspeção.

2.4 FMEA

A ferramenta Modo de Falha e Análise de Efeitos (FMEA) foi lançada pela primeira vez no departamento de fabricação de aviação dos EUA na década de 1950. Foi inicialmente aplicada para resolver os problemas de qualidade e confiabilidade de produtos militares (WU; LIU; NIE, 2021). Desde o seu desenvolvimento, a FMEA tem sido comumente utilizada por várias empresas nas indústrias automotiva, de saúde, naval e eletrônica (LIU et al., 2018).

FMEA é uma ferramenta que visa examinar e eliminar possíveis falhas, problemas e erros em sistemas, projetos, processos, produtos e serviços. O objetivo da FMEA é listar todos os potenciais modos de falha, analisar as causas de cada falha e seus efeitos, em seguida, remover ou reduzir os modos de falhas implementando ações antes que elas ocorram (LIU et al., 2018).

A primeira etapa para iniciar um FMEA é selecionar profissionais experientes de diversas áreas da empresa, com conhecimento no sistema no qual a FMEA será aplicada, para montar uma equipe, coletar informações relevantes e determinar o escopo específico do projeto a ser analisado. Em seguida, é realizada a análise específica da arquitetura do sistema, características do sistema e funções do sistema, e todos os potenciais modos de falha dos objetos a serem analisados são listados, na medida do possível, na forma de reunião e discussão de membros especialistas, combinada com o método de brainstorming (WU; LIU; NIE, 2021).

Em seguida devem ser avaliadas as possíveis causas das falhas e os seus respectivos efeitos. A equipe deve realizar uma análise de riscos considerando os seguintes fatores: o índice de gravidade (S) do efeito da falha, a probabilidade de

ocorrência (O) para cada causa potencial tornar-se um fracasso e a capacidade de detecção (D) da causa ou modo de falhas antes do impacto do efeito (AGUIAR, 2016).

Cada fator de risco é medido em uma escala de 1 a 10 e através de um produto dos três fatores de risco calcula-se o Número de Prioridade de Risco – NPR (LIU et al., 2018). O NPR forma a base para a classificação do risco e também para a priorização de ações, ajudando os gestores a tomar decisões. Quanto maior o valor de NPR, maior é o risco associado ao modo de falha correspondente e, para os modos de falha com NPR além do nível de valor limite determinado, devem ser recomendadas ações para melhorias no processo. Por outro lado, para os valores menores de NPR, por menos urgente que sejam, a recomendação de ação ainda pode ser necessária (AGUIAR, 2016).

Após a finalização da análise, o formulário de FMEA, que é conhecido como um “documento vivo”, deve ser documentado, revisto e atualizado sempre que os procedimentos sejam alterados, exigindo a sua consulta e modificação nos casos em que o processo venha a ter qualquer problema de qualidade, a fim de garantir que todas as ações possíveis para evitar a repetição no futuro sejam implementadas (AGUIAR, 2016).

Em um estudo de caso da avaliação de um FMEA em uma empresa automotiva, a implementação de uma inspeção de recebimento faz parte do plano de ações para minimizar o NPR, visto que a severidade do efeito era alta e era possível minimizar o risco atuando na detecção da causa das falhas antes do impacto do efeito (AGUIAR; SALOMON, 2007). Dessa maneira, é possível comprovar a opinião de Drury (2001) na utilização dos resultados do FMEA para alimentar um sistema de inspeção.

2.4.1 Plano de Controle

O plano de controle é uma descrição do sistema de controle de produtos e processos, ele descreve as ações necessárias para cada fase do processo, incluindo o recebimento, o processo propriamente dito e seus resultados, e os requisitos periódicos para assegurar que todas as saídas do processo estejam sob controle, garantindo a satisfação do cliente (KOVALESKI, 2016).

O plano de controle é um documento vivo que acompanha todo o ciclo de vida do produto dentro da empresa, além de abordar a definição dos pontos críticos do

processo como medições a serem feitas, frequência de inspeção entre outros (GONÇALVES, 2010). De acordo com o APQP (AIAG, 2008) para desenvolver um plano de controle eficaz é necessário ter conhecimento básico do processo e uma equipe multidisciplinar, para utilizar o máximo das informações disponíveis.

Com o plano de controle é possível identificar às características do processo e métodos de controle para as fontes de variações nas características do produto. Dessa maneira, consegue-se atuar durante o projeto, manufatura e montagem reduzindo desperdícios e melhorando a qualidade. O plano de controle direciona o foco para os processos e produtos relacionados as características que são importantes para o cliente; sendo assim, os recursos são direcionados para estes itens reduzindo custo e focando na satisfação do cliente (AIAG, 2008).

2.5 PADRONIZAÇÃO

Segundo LIKER et al. (2007) apesar do trabalho padronizado apresentar uma visão de que a criatividade humana será eliminada e as pessoas se tornarão autômatos, não é possível iniciar a progressão criativa quando um processo é instável. A criação de processos padronizados baseia-se na definição, clareza (visualização) e utilização sistemática dos métodos que garantirão os melhores resultados possíveis.

O Trabalho Padronizado (TP) é uma ferramenta básica centrada no movimento e trabalho do operador e aplicada em situações de processos repetitivos, visando a eliminação de desperdícios e assegurando uma estabilidade básica nos processos para garantir que eventuais melhorias sejam mantidas de forma contínua (KISHIDA; SILVA; GUERRA, 2006).

Grande parte da variabilidade dos sistemas produtivos deriva das operações manuais. O objetivo da padronização das operações é reduzir a variabilidade global do sistema de produção pela definição das tarefas e treinamento nos padrões pré-determinados. A implementação do padrão permite que as tarefas realizadas por diferentes operadores tenham resultados previsíveis e repetidos (CARDOSO; GASPERI; VIDOR, 2018).

No STP, a primeira ferramenta que dita o método de trabalho é o trabalho padronizado, que define quem, o que, quando e onde o trabalho deve ser realizado. Os diferentes tipos de padrão (ambientais, segurança, qualidade, especificações

padrões e procedimentos padrões) não devem estar incluso no documento de TP, mas todos devem estar incorporados no método de TP (LIKER; MEIER, 2007).

O TP estabelece procedimentos precisos para o trabalho de cada um dos operadores em um processo de produção, baseado em três elementos:

- a) tempo takt: o ritmo em que os produtos devem ser produzidos para atender a demanda do cliente;
- b) sequência de trabalho: em que um operador realiza suas tarefas dentro do tempo takt;
- c) estoque padrão de processo: incluindo os itens exigidos nas máquinas para manter o processo operando suave e continuamente.

De acordo com a IATF 16949: 2016, a empresa deve assegurar que os documentos do trabalho padronizado sejam legíveis, apresentem uma linguagem entendível para o pessoal responsável segui-la, acessíveis para o uso nas áreas de trabalho designadas e que sejam comunicados e entendidos pelos colaboradores responsáveis pela realização do trabalho.

Com a avaliação da implementação do TP em duas estações de trabalho da linha de usinagem de virabrequins na empresa ThyssenKrupp, foi possível evidenciar os seguintes benefícios: redução de estoque padrão de processo, diminuição da carga de trabalho com a eliminação de caminhada e transferência de trabalho para operação anterior, ganho de produtividade pois as operações passaram a serem realizadas dentro do takt e diminuição do risco de acidente e satisfação do operador (KISHIDA; SILVA; GUERRA, 2006).

Os padrões de qualidade geralmente são incorporados nas folhas de instruções dos operadores para descrição detalhada da condição desejada, do lugar onde analisar especificamente e o modo de determinar se o produto é defeituoso ou não. Isso promove a habilidade de criar um método de inspeção específico que pode ser incorporado ao trabalho para garantir a qualidade nas áreas críticas (LIKER; MEIER, 2007).

2.5.1 Implementação da padronização em inspeções

Em um estudo de caso em uma empresa responsável pela montagem de chassis de ônibus, micro-ônibus, caminhões e veículos utilitários que possui quatro linhas de montagem e, para cada uma destas linhas há um estágio de revisão final

localizado ao final de cada uma das quatro linhas, são verificados 100% dos produtos quanto ao atendimento aos requisitos, como por exemplo: montagens adequadas, apertos, itens de segurança etc.(CARDOSO; GASPERI; VIDOR, 2018).

Nesta empresa foi aplicada a metodologia de padronização do trabalho e algumas alterações foram realizadas no processo. Primeiro a documentação do TP foi revisada, em que ocorreu uma padronização da sequência de etapas de testes e inspeções. Dessa forma, foi possível reduzir de 4 para 2 documentos de TP. Em seguida também foi feita uma organização na disposição física do ambiente (CARDOSO; GASPERI; VIGOR, 2018).

Com a implementação do trabalho padronizado foram observados e alterados os documentos que determinam a melhor maneira e sequência que a operação deve ser realizada, levando em consideração o deslocamento do operador que deve ser sempre a mínima possível. Com essas melhorias, obteve-se uma redução do deslocamento dos produtos, redução no tempo de inspeção, impactando diretamente nos custos e competitividade da empresa (CARDOSO; GASPERI; VIGOR, 2018).

A análise do estudo de caso evidencia a importância do trabalho padronizado também nos postos de inspeções, da mesma maneira que nos processos comuns de montagens. O processo de inspeção é muitas vezes repetitivo e necessita-se de muita atenção e tempo para garantir a sua eficiência, dessa forma, as instruções de trabalho com os padrões detalhados facilitam o processo para o operador, assim como uma boa sequência das atividades que devem ser realizadas, que auxiliam o operador a não esquecer de inspecionar nenhum critério e nem perder tempo com deslocamentos necessários.

2.6 TREINAMENTO

Para que os métodos e padrões definidos sejam realizados corretamente dentro do local de trabalho, as organizações necessitam de pessoas preparadas e dispostas para encarar e assumir desafios, e uma das sistemáticas para que isso ocorra é através do treinamento de seus colaboradores (CAMPOS et al., 2017).

Atualmente, o treinamento é considerado um meio de desenvolver competências nas pessoas para que elas se tornem mais produtivas, criativas e inovadoras a fim de contribuir melhor para os objetivos organizacionais e se tornem cada vez mais valiosas. Assim, o treinamento é uma fonte de lucratividade que agrega

valor às pessoas, à organização e conseqüentemente aos clientes (CHIAVANATO, 2014).

Normalmente, quando uma empresa oferece um programa de treinamento a seus colaboradores, os principais objetivos são: aprendizagem organizacional, reciclagem aos trabalhadores quanto às suas habilidades, diminuição dos erros, capacitação para realizarem novas tarefas, além de firmar seus valores (GALHARDO; MARTINELLI, 2014).

O treinamento é um processo cíclico e contínuo composto por 4 fases (CHIAVANATO, 2014). A primeira fase é o diagnóstico, que é o levantamento das necessidades de treinamento a serem realizados (objetivos da empresa, competências necessárias, problemas de produção etc.). Em seguida, deve ocorrer a elaboração do projeto de treinamento para atender as necessidades diagnosticadas (quem treinar, como treinar, em que treinar e quando treinar).

A terceira fase é a implementação, execução e condução do programa de treinamento. A última fase é a avaliação do treinamento, com a verificação dos resultados obtidos (comparação da situação atual com a anterior, análise do custo/benefício, monitoramento do processo). Porém, não se deve confundir treinamento como uma simples questão de passar informação, ele deve atingir o nível de desempenho almejado pela organização por meio do desenvolvimento contínuo das pessoas que nela trabalham.

Segundo Vieira e Garcia (2004), o que diferencia o conhecimento da simples informação é que ele está relacionado à ação e ao contexto relacional específico. Nesse caso, além do conhecimento transferido, todo o suporte organizacional para que as necessidades de aprendizagem sejam satisfeitas é importante. O que o grupo precisa aprender é definido pelos requisitos do trabalho e pelo grupo que faz o trabalho diariamente, cabendo à gestão de pessoas criar o “clima propício” e disponibilizar os recursos necessários para que a aprendizagem aconteça.

Do ponto de vista das empresas, o conhecimento gerado tem que ser útil, isto é, aplicado à prática cotidiana dos indivíduos; além disso, ele tem que estar retido na organização, compartilhado e armazenado para posteriores aplicações. Dessa forma, o conhecimento que se inicia no indivíduo deve ser documentado e transformado em conhecimento organizacional para que esteja disponível para outros que futuramente realizarão a mesma atividade (VIEIRA; GARCIA, 2004).

O treinamento operacional é aplicado para pessoas que realizam atividades repetitivas e menos complexas e que tem como objetivo desenvolver pessoas para realizarem suas atividades com maior qualidade, menor custo e maior agilidade. Há também o treinamento tácito e treinamento estratégico, que são voltados para desenvolvimento de pessoas que assumem cargos de liderança (FREIRE, 2014).

Apesar da existência dos tipos de treinamento que dão um direcionamento inicial, é importante que o treinador se atente ao método que será utilizado para que o processo ensino-aprendizado seja concretizado. O método de treinamento pode ser diretivo ou participativo. No método diretivo a centralização das informações fica com o treinador, e a pessoa que está sendo treinada participa apenas de forma passiva no treinamento (CAMPOS et al., 2017). No método participativo, a pessoa que está sendo treinada participa de forma ativa, participando até mesmo das tomadas de decisões. Neste método são utilizadas técnicas de acompanhamento individual da pessoa que está sendo treinada, dentre elas:

- a) coaching (Treinamento): o indivíduo recebe orientações personalizadas com o intuito de melhorar competências comportamentais;
- b) mentoring (Mentoria): o indivíduo recebe orientações personalizadas com o intuito de solucionar problemas complexos;
- c) job rotation (Rotação de trabalho): o indivíduo é remanejado entre os postos de trabalho para aprender novas funções;
- d) on the job (Na prática): o treinamento ocorre no local de trabalho e o operador aprende realizando o trabalho na prática com o acompanhamento de um tutor.

Com a utilização de métodos e técnicas de treinamento adequados é possível identificar os pontos fortes e fracos tanto do funcionário quanto da empresa, capacitar as pessoas da organização, aumentando a qualidade e conseqüentemente a lucratividade e produtividade da empresa, além da redução de desperdícios e retrabalhos (CAMPOS et al., 2017).

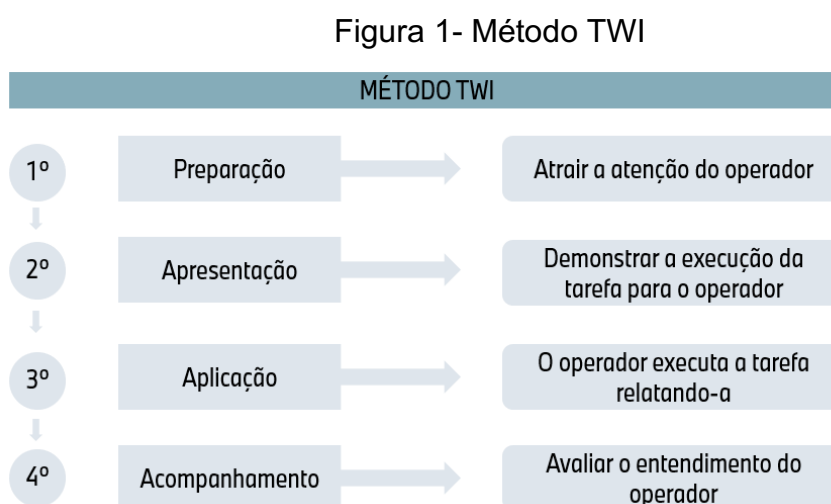
2.6.1 Metodologia Training Within Industry (TWI)

O treinamento dentro da indústria (Training Within Industry-TWI) é um método de treinamento operacional, participativo e com sistemática *on the job* (CAMPOS et al., 2017). Foi desenvolvida em 1940 durante a Segunda Guerra Mundial pelos EUA

com o intuito de aumentar a produção para suprir as necessidades do esforço de guerra das Forças Aliadas (MUELLER, 2012).

Segundo Mueller (2012), a metodologia do TWI teve como base o método de treinamento de Charles Allen (*Os quatros passos de Allen*), em 1919; e que foi base para o surgimento dos *Programas J*: Instrução de Trabalho (Job Instruction, JI); Métodos de Trabalho (Job Methods, JM); Relações de Trabalho (Job Relations, JR) e o desenvolvimento de programa (*Program Development*). O elemento chave desses programas era o inter-relacionamento entre os supervisores e os trabalhadores, sendo considerado o fator responsável pelo sucesso da indústria de suporte à guerra nos Estados Unidos.

O treinamento utilizando o conceito TWI apresenta 4 passos (CAMPOS et al., 2017), conforme apresentado na Figura 1.



Fonte: Autor (2022).

O primeiro passo consiste em “preparar para aprender” e é executado pelo supervisor, esta preparação tem como objetivo fazer com que os operadores estejam dispostos a aprender. O supervisor deve apresentar como será o treinamento para o operador.

O segundo passo, “apresentação”, objetiva instruir o operador a adquirir conhecimento. O supervisor deve executar a atividade afim de mostrar para o operador a forma correta de se fazer. O supervisor deve questionar e verificar o entendimento do operador em relação ao que foi apresentado.

No terceiro passo, “aplicação”, o operador deve realizar a atividade padronizada e relatá-la enquanto executa para que seja analisada a capacidade que ele tem de realizar a tarefa padronizada. O quarto e último passo, “acompanhamento”, tem como objetivo avaliar o entendimento do operador quanto às informações apresentadas, que pode ser feita por meio da observação do processo e registro de erros e acertos por parte do operador. O TWI tem como conceito que se operador não é capaz de realizar as ações conforme definido, é porque o instrutor não foi capaz de ensiná-lo apropriadamente (CAMPOS et al., 2017).

2.7 MÉTODOS DE SOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Os métodos de solução de problemas têm o objetivo de auxiliar na identificação da causa raiz do problema e na seleção das alternativas mais adequadas para solucioná-lo; são utilizados no dia a dia das empresas auxiliando na gestão da qualidade com foco na redução do número de não conformidades, buscando estimular a melhoria contínua, melhorar a produtividade e conseqüentemente manter a competitividade da empresa no mercado.

2.7.1 PDCA

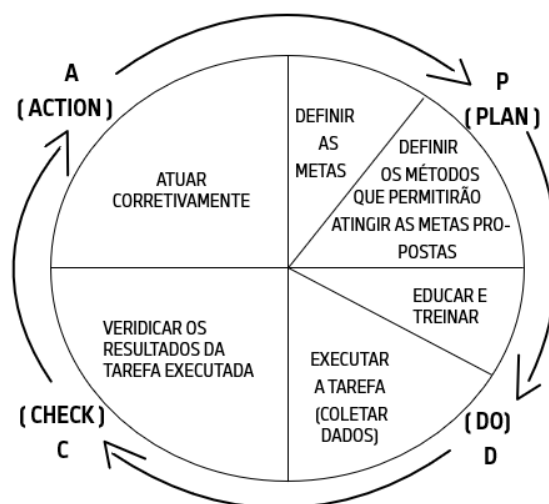
O Ciclo PDCA (do inglês Plan, Do, Check, Act – Planejar, Fazer, Checar e Agir) foi desenvolvido pelo americano Shewhart, mas foi Deming seu maior divulgador, na década de 1950. Deming ficou mundialmente conhecido ao aplicar os conceitos de qualidade no Japão. Por isso, o Ciclo PDCA também é conhecido como ciclo de Shewhart ou ciclo de Deming (NEVES, 2007).

De acordo com a NBR ISO 9001 (ABNT², 2015), o ciclo PDCA habilita uma organização a assegurar que seus processos tenham recursos suficientes e sejam gerenciados adequadamente, e que as oportunidades para melhoria sejam identificadas e as ações sejam tomadas.

A ideia de implementar o ciclo PDCA parte do princípio de ter um método de melhoria contínua, voltada para o gerenciamento da resolução de problemas por meio de ações planejadas com foco nas causas raízes dos problemas (COSTA, 2008).

O ciclo PDCA é uma ferramenta utilizada para direcionar a análise e solução de um determinado problema, percorrendo um ciclo em quatro etapas distintas, mas interligadas (JUNIOR; CALLEFI, 2019), como observado na Figura 2.

Figura 2- Ciclo PDCA



Fonte: Adaptado de Campos, 2004.

A primeira etapa é o planejamento (PLAN). Segundo Campos (2004) é nesta etapa que se define os itens de controle, define-se metas e métodos para alcançar estas metas. Esta é a fase mais complexa e que exige mais esforços, por conta disso é importante deixar que os fatos e dados induzam o planejamento.

No entanto, quanto maior for o número de informações utilizadas, maior será a necessidade do emprego de ferramentas apropriadas para coletar, processar e dispor estas informações. Algumas ferramentas são úteis nesta fase, tais como: Diagrama de Ishikawa, Gráfico de Pareto, Brainstorming e 5W2H (NEVES, 2007).

Na segunda etapa, execução (DO), deve-se executar as tarefas definidas e realizar a coleta de dados sobre as mesmas (JUNIOR; CALLEFI, 2019). Deve-se educar e treinar todas as pessoas envolvidas, antes do início da execução, para que haja comprometimento e a execução saia conforme o planejado (NEVES, 2007).

Na etapa seguinte, verificação (CHECK), compara-se os dados coletados na etapa anterior a respeito dos resultados alcançados e a meta estabelecida na etapa de planejamento (CAMPOS, 2004). É importante a utilização de métodos estatísticos para minimizar a possibilidade de erros e a economia de tempo e recursos (NEVES, 2007).

Na última etapa, atuação corretiva (ACTION), com base nas análises realizadas na etapa anterior (verificação), decide-se atuar para padronizar o plano proposto, no caso de as metas terem sido alcançadas; ou atuar corretivamente sobre

as causas que não permitiram que a meta fosse atingida. Ao final dessa fase, origina-se a primeira fase do próximo PDCA (gira o ciclo, voltando ao planejamento), permitindo que se faça o processo de melhoria contínua (NEVES, 2007).

Ainda de acordo com Neves (2007), com a utilização do ciclo PDCA é possível padronizar as informações do controle da qualidade, evitar erros lógicos nas análises, e tornar as informações mais fáceis de se entender. Pode também ser usado para facilitar a transição para o estilo de administração direcionada para melhoria contínua.

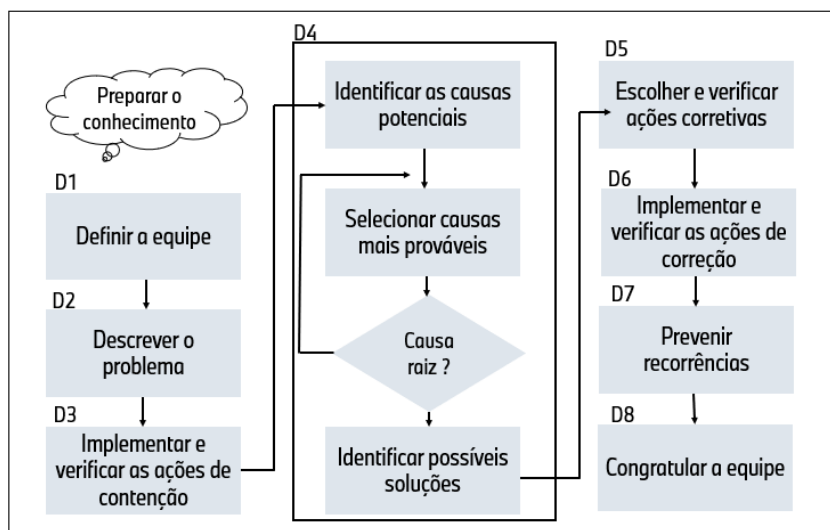
2.7.2 8D

O método 8D é uma metodologia de resolução de problemas para melhorar um produto ou processo. Sua tarefa é analisar o problema, identificar pontos fracos no sistema de gestão que levaram ao problema. É um processo robusto e sistemático que é amplamente adotado na fabricação de diferentes indústrias. Foi promovido pela Ford Motor Company e provou ser altamente eficaz na melhoria de produtos e processos (PHANDEN et al., 2022).

Essa metodologia utiliza um conjunto de ferramentas de qualidade que englobam oito disciplinas voltadas não somente para a melhoria da qualidade, mas também para ressaltar e ampliar a sinergia da equipe de trabalho. Portanto, a escolha da equipe é uma etapa importante para a análise e a resolução do problema, evidenciando a importância da seleção de uma equipe multifuncional (CHIES; BUNEDER, 2019).

De acordo com Soares et al. (2013), várias ferramentas de qualidade são utilizadas na aplicação de um 8D para auxiliar no levantamento de informações, investigação de suas causas e propor um plano de ação. Dentre elas pode-se citar: Brainstorming, Diagrama Ishikawa, 5 porquês, Matriz GUT. Na Figura 3 é possível observar o fluxo de aplicação das 8 disciplinas.

Figura 3- Aplicação das 8 Disciplinas



Fonte: Adaptado de Chies e Buneder (2019).

A primeira disciplina (D1) é a definição da equipe, quando deve-se definir um líder para orientar toda a equipe a resolver o problema de forma rápida e eficaz (SHEOKAND et al., 2022). A equipe deve ser multifuncional, ou seja, deve ser composta por colaboradores de diferentes áreas da organização, a fim de melhorar o entendimento do processo como um todo (CHIES; BUNEDER, 2019).

Na segunda etapa, 2D, descrição do problema, é preciso especificar qual é o problema, quais as suas origens e perguntando: Quem, Que, Quando, Onde, Por que, Como e Quanto? (SOARES, et al., 2013). Nesse sentido, deve-se buscar o máximo de detalhes para melhorar a identificação da causa raiz, podendo ser utilizada para tal a ferramenta 5W2H (CHIES; BUNEDER, 2019).

Em seguida, tem-se a ação de contenção (D3), que deve ser tomada para evitar que o problema atinja o cliente até que as ações corretivas sejam implementadas. É importante ressaltar que nessa etapa deve-se realizar o acompanhamento da eficácia das ações imediatas na resolução da não conformidade (CHIES; BUNEDER, 2019).

Na etapa seguinte, análise da causa raiz (D4), todas as possíveis causas da ocorrência do problema são identificadas. Posteriormente, deve-se analisar cada causa com seu efeito e identificar a causa raiz da não conformidade. É importante que duas causas raízes sejam encontradas, sendo uma para a ocorrência do problema e outra para a não detecção da não conformidade no fluxo produtivo (CHIES; BUNEDER, 2019). Segundo Soares et al. (2013) essa é a fase mais crítica da

metodologia, uma vez que dela depende o sucesso da aplicação e a continuidade dos próximos passos.

Na quinta etapa, ação corretiva (5D), realiza-se a escolha das ações corretivas a serem implementadas para a eliminação das causas raiz do problema que foram identificadas na etapa anterior. Exige-se da equipe uma análise crítica, com o objetivo de que o caminho a ser seguido seja o mais adequado para a eliminação do problema, considerando os recursos disponíveis (SOARES et al., 2013).

Em seguida, tem-se a comprovação da eficácia das ações (D6). O plano de ação corretiva deve ser implementado com total eficácia e deve ter um prazo longo de monitoramento para ter certeza de que o problema foi completamente solucionado (PHANDEN et al., 2022). A próxima etapa, ações preventivas (D7), consiste em avaliar se as ações corretivas foram eficazes e se há necessidade de alterar procedimentos, instruções de trabalho, planos de controle, etc. Também se aplicam treinamentos adequados sobre as alterações e avalia-se a possibilidade de estas abrangerem outros processos (CHIES; BUNEDER, 2019).

Na última etapa, análise do encerramento (8D), deve-se fazer o reconhecimento da equipe participante, enfatizando o esforço empregado na resolução do problema e compartilhamento das lições aprendidas em relação aos métodos utilizados (CHIES; BUNEDER, 2019).

O modelo 8D para resolução de problemas usa a mesma abordagem lógica do ciclo Plan-Do-Check-Act (PDCA), o que ajuda as equipes a encontrarem as causas-raiz, as soluções apropriadas para remover essas causas-raiz e implementar uma solução permanente para que o problema não ocorra no futuro (PHANDEN et al., 2022).

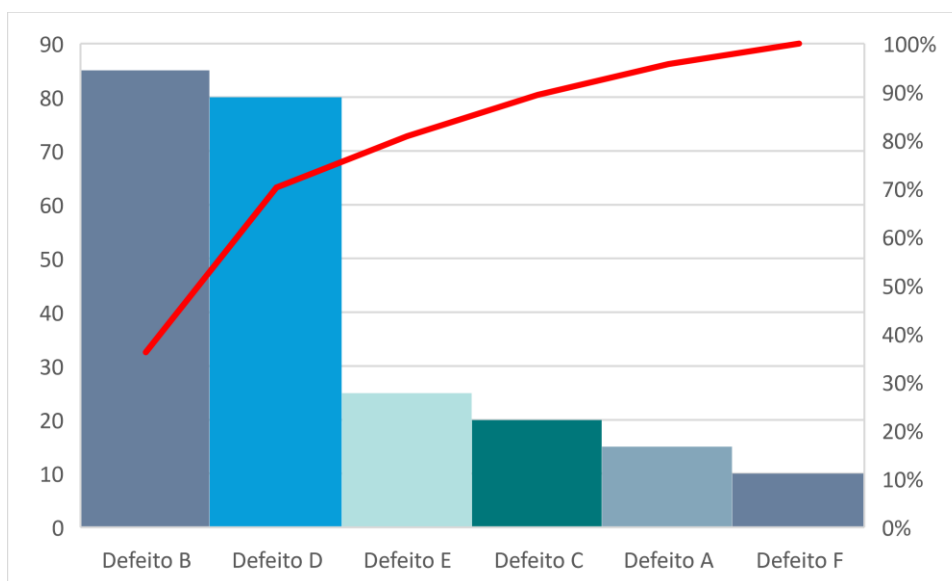
2.8 FERRAMENTAS DE QUALIDADE

As ferramentas de qualidade são utilizadas nos diferentes métodos de solução de problemas para organizar e identificar dados com o intuito de investigar as causas dos problemas, bem como adotar planos de ações para eliminá-los e evitar suas reincidências.

2.8.1 Diagrama de Pareto

O diagrama de Pareto (Figura 4) é uma ferramenta que auxilia na identificação de situações de problemas em que, a partir da coleta de dados e da distribuição destes por especificações e frequência em um gráfico de barra vertical, pode-se estabelecer quais situações necessitam de uma priorização de ação (CARVALHO; ABREU; ALVES, 2015).

Figura 4- Modelo do diagrama de Pareto



Fonte: Autor (2022).

Segundo Menezes (2013), o princípio de Pareto também é conhecido pela razão "80/20". É comum que 80% dos problemas resultem de cerca de apenas 20% das causas potenciais, ou seja, com a utilização do Pareto é possível identificar os 20% em que os esforços devem ser concentrados.

De acordo com Coelho et al. (2016), a elaboração deste diagrama deve seguir os seguintes passos:

- a) Selecionar os problemas a serem comparados e estabelecer uma ordem de prioridades para sua análise;
- b) Selecionar um padrão de comparação;
- c) Selecionar um período para ser analisado;
- d) Reunir os dados necessários dentro de cada categoria;
- e) Comparar a frequência de cada categoria com relação a todas as outras;

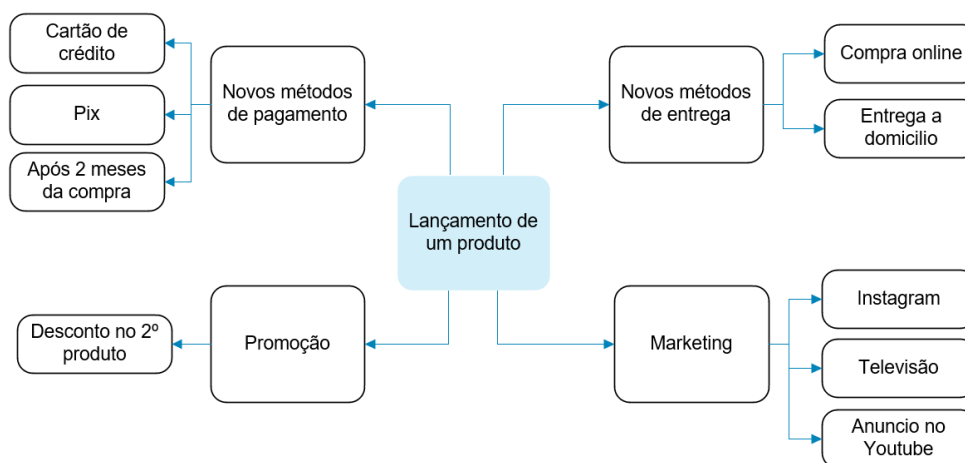
- f) Listar as categorias da esquerda para a direita no eixo horizontal, em ordem decrescente.

Dessa forma, o diagrama facilita na tomada de decisão, consentindo a empresa analisar e eleger prioridades na correção de falhas, quando há muitas dificuldades (SOUSA; MOTA, 2022).

2.8.2 Brainstorming

O termo brainstorming (Tempestade Cerebral) foi criado por Alex Osborn, em 1953, no Livro *Applied Imagination*, e se sustenta no princípio *quanto mais ideias, melhor*. O brainstorming, levantamento de ideias e opiniões em um trabalho de grupo, operacionaliza a utilização da maior parte das ferramentas da qualidade (NETO; SANTOS; DINIZ, 2021). Na Figura 5 é possível observar um exemplo de brainstorming.

Figura 5- Modelo de Brainstorming



Fonte: Autor (2022).

Brainstorming é um método de apresentação de ideias livres de críticas, por um pequeno grupo de pessoas em um curto período com o objetivo de elaborar essas ideias com um foco específico (SOUSA; MOTA, 2022). O principal intuito do brainstorming não é responder de forma certa, mas de forma espontânea, isto é, embora as ideias obtidas não sigam um processo sistematizado, elas servem de base para um processo de pesquisa mais rebuscado. Portanto, nada do que é dito numa sessão deve ser excluído (SOUZA, 2018).

2.8.3 5 porquês

Os 5 porquês é uma técnica desenvolvida por Taiichi Ono em 1997, na qual 5 perguntas eram suficientes para encontrar a causa do problema e não somente as fontes do problema, seguindo algumas etapas: determinar o que aconteceu, determinar porque isso aconteceu e descobrir o que fazer para reduzir a probabilidade de que isso vai acontecer novamente (ZOPPI; OKADA, 2019).

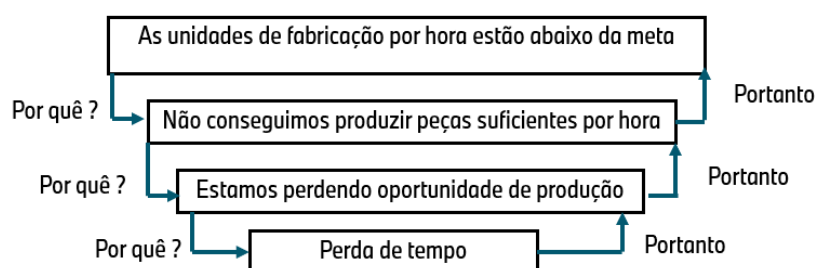
De acordo com Weiss (2011), os passos devem ser seguidos na utilização da ferramenta:

- Começar a investigação com afirmação da situação que se deseja entender- ou seja, deve-se iniciar com o problema;
- Perguntar por que a afirmação anterior é verdadeira;
- Para a razão descrita que explica por que a afirmação anterior é verdadeira, perguntar por que novamente;
- Continuar perguntando por que até que não se possa mais perguntar mais porquês.

Ao acabar as respostas dos porquês significa que a causa raiz foi identificada.

De acordo ainda com Weiss (2011), pode-se utilizar menos porquês (3 por exemplo), ou mais porquês, de acordo com a necessidade para que se encontre a causa raiz. Ao buscar as respostas para os porquês deve-se evitar a consideração direta das respostas óbvias e atentar-se também a outras possibilidades, para que seja possível focar em causas mais significativas (LIKER; MEIER, 2007). A Figura 6 apresenta um exemplo de aplicação da ferramenta 5 porquês.

Figura 6- Análise 5 porquês



Fonte: Adaptado de Liker e Meier (2007).

Para identificar se o raciocínio na análise dos 5 porquês está coerente, recomenda-se utilizar a técnica do *portanto*, que seria iniciar da última resposta e

conectar até a primeira afirmação utilizando o conectivo *portanto*, como mostra a imagem acima (LIKER; MEIER, 2007).

2.8.4 5G

O método 5G é uma ferramenta simples de investigação de problema, que segue 5 passos para verificar os processos e certificar se os mesmos estão padronizados e ocorrendo da melhor maneira possível. Contudo, também proporciona o estabelecimento ou restabelecimento das atitudes corretas, do cumprimento e da aplicação de normas (NETO; SANTOS; DINIZ, 2021). Os 5 passos que devem ser seguidos são:

- a) GEMBA (Local real): O primeiro passo é ir ao local onde o problema acontece. É preciso ver com os próprios olhos e entender de fato o que está acontecendo. É importante realizar uma análise crítica quanto a questões de segurança, processo, qualidade ou qualquer outra;
- b) GEMBUTSU (Fenômeno real, objeto): Nesta etapa deve-se fazer uma análise do objeto com defeito com o intuito de ter as evidências do problema na mão;
- c) GENJITSU (Condição real): Nesta etapa deve-se checar os fatos, analisar histórico para descobrir *o que mudou/ quando mudou*. O objetivo real é compreender os fatos e chegar em uma causa raiz que pode estar atrelada a execução fora da especificação, um método inadequado, falta de treinamento operacional, ferramenta inadequada, a ausência de dispositivos ou meios de controle e de verificação dos processos etc;
- d) GENRI (Princípios teóricos): Nesta etapa, é feita uma análise do cumprimento das normas, especificações do produto e dos processos operacionais. Portanto é necessário que se tenha o conhecimento dos procedimentos padrões para realizar a comparação;
- e) GENSOKU (Padrões operativos): Esta etapa é voltada para verificar se os operadores têm o hábito de utilizar os documentos que descrevem a correta maneira de executar as atividades. As áreas de apoio devem elaborar documentos com qualidade visando facilitar a compreensão dos operadores. Dessa forma, o operador terá melhor desempenho e elimina-se os desvios.

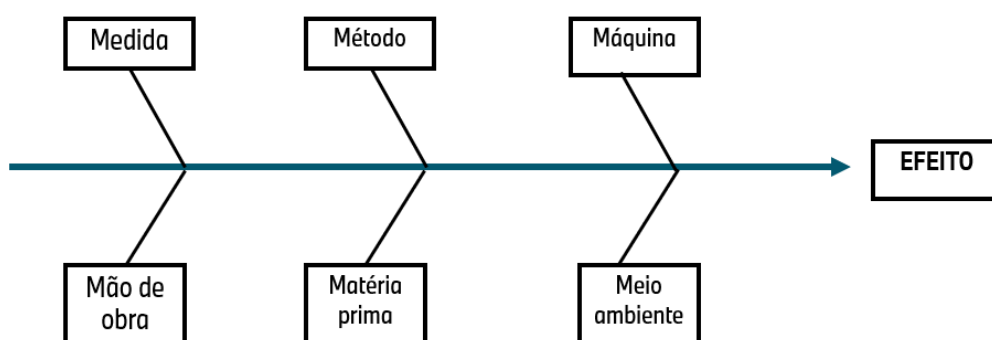
Segundo Martins (2019) com a utilização do método 5G é possível chegar às conclusões reais através da observação direta das condições atuais do processo como um todo, o que auxilia na resolução de problemas ou busca por melhoria contínua. De acordo Queiroz e Oliveira (2018), o método 5G não elimina as demais metodologias ou ferramentas, ele apenas as complementa fazendo parte da fase de planejamento.

2.8.5 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa, foi desenvolvido pelo engenheiro químico Kaoru Ishikawa, sendo também conhecido como Espinha de Peixe ou Diagrama de Causa e Efeito. Com a sua utilização é possível organizar as causas prováveis de um problema específico, destacando a interação entre uma característica de qualidade (efeito) e os seus fatores (causas) (SOUZA,2018).

Antes da aplicação dessa ferramenta é necessário que o processo esteja descrito e o problema esteja definido minuciosamente. Devido a possibilidade de um elevado número de possíveis causas ao se analisar o problema, usualmente divide os tipos de causa em grupos chamados de 6 M's (Figura 7), ou seja, matéria-prima, máquina, medida, meio ambiente, mão-de-obra e método (SOUZA, 2018).

Figura 7- Modelo do diagrama Ishikawa



Fonte: Adaptado de Souza (2012).

As possíveis causas identificadas no diagrama correspondem às hipóteses que precisam ser analisadas e testadas individualmente, com a finalidade de atestar sua veracidade e determinar o grau de influência ou impacto sobre a situação em análise (SOUZA, 2018).

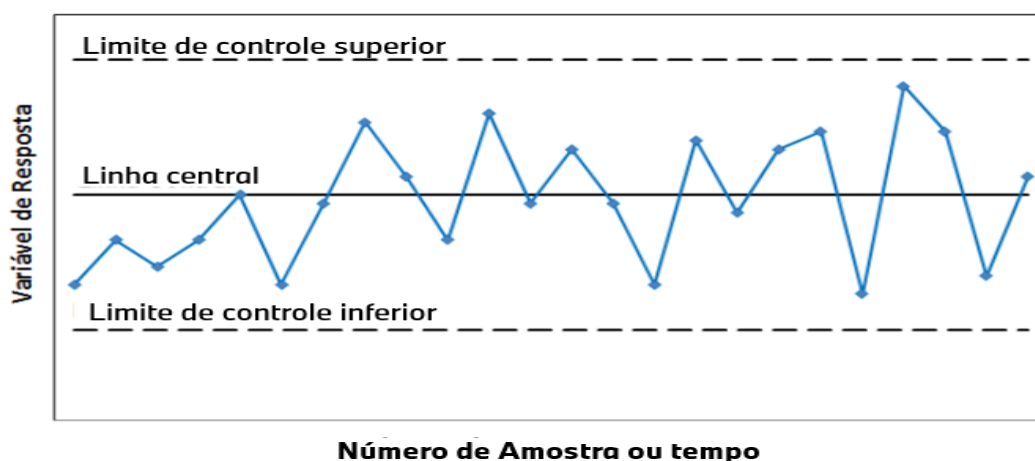
O diagrama de Ishikawa pode ser empregado para a investigação de um efeito negativo, e corrigi-lo, ou bem como o de um efeito positivo, e incorporá-lo ao processo. Após o término da análise do processo e identificada a causa principal que originou o problema, deve-se tomar ações para resolvê-lo, e em seguida padronizar estas melhorias tornando-as parte do processo padrão (MELLO et al., 2016).

2.8.6 Carta de Controle

A Carta de Controle (Figura 8), também conhecida como gráfico de controle, é utilizada para identificar desvios nas especificações padrões de um processo (SOUSA; MOTA, 2022). Segundo Coelho et al. (2016), uma carta de controle é composta por:

- Um gráfico cartesiano, onde o eixo horizontal representa o tempo e, o vertical, o valor da característica;
- Um conjunto de valores (pontos) unidos por segmentos de reta;
- Três linhas horizontais (limite inferior de controle, limite controle e linha média);
- Também é composto por três fases: Coleta de dados, Controle e Análise e melhoria.

Figura 8- Modelo de carta de controle



Fonte: Sousa e Mota (2022).

Esses gráficos podem ser aplicados tanto para atributo quanto para variáveis. Por atributo analisa-se itens conformes ou não conformes ao longo de um determinado

tempo, enquanto por variáveis baseia-se na análise das características de qualidade dos itens em uma escala contínua (CARVALHO; ABREU; ALVES, 2015).

2.8.7 Folha de Verificação

A folha de verificação é uma tabela utilizada para facilitar a coleta, registro e análise de dados, identificando os possíveis problemas dentro dos processos. Toda folha de verificação deve ter espaço para registrar local e data da coleta de dados, além do nome do responsável pelo trabalho, assim como está representado no Quadro 1 (SOUZA NETO et al., 2017).

Quadro 1 - Exemplo de Folha de Verificação

Projeto: Defeito na peça X	Nome: Gabriel Dias				
Localização: Área de montagem 01	Data: 03/10/ 2022 a 07/10/2022				
Itens:	03/out	04/out	05/out	06/out	07/out
Tipo de defeito 1					
Tipo de defeito 2					
Tipo de defeito 3					

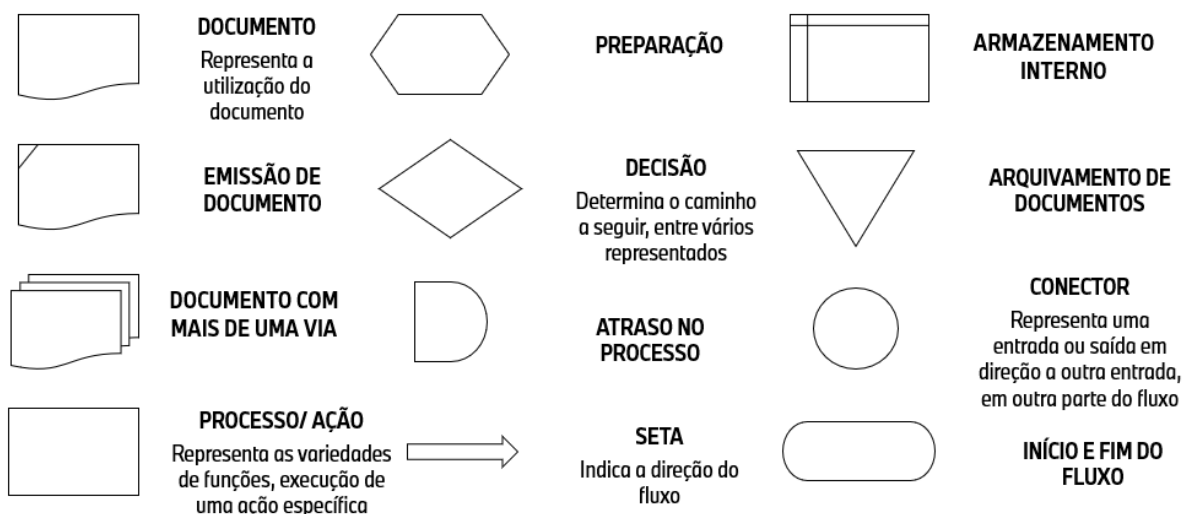
Fonte: Adaptado de Menezes (2013).

Segundo Carvalho et al. (2015), a sistemática da folha de verificação não segue nenhum padrão pré-estabelecido, sendo de formato livre; no entanto, deve-se seguir as particularidades da empresa na qual será aplicada.

2.8.8 Fluxograma

O Fluxograma é uma ferramenta de representação de símbolos gráficos de um processo que determina o passo a passo que deve ser seguido sequencialmente, caracteriza as etapas e quem deve executá-las (MELLO et al., 2016). O fluxograma permite uma visualização antecipada de cada etapa do processo. Com isso a empresa pode visualizar as atividades a serem desenvolvidas e focar em áreas ou processos que precisam de análises mais pontuais ou correções (SOUSA; MOTA, 2022). Os símbolos tipicamente utilizados no desenvolvimento de um fluxo estão apresentados na Figura 9.

Figura 9 - Significados dos símbolos de um fluxograma



Fonte: Sousa e Mota (2022).

Além de ser utilizado para compreensão da sequência no fluxograma, é perceptível também a relação entre os seus elementos. Com a sua utilização é possível padronizar e simplificar processos através de uma análise e comparação de fluxos reais e ideais de processos em que se pode identificar oportunidades de melhoria. Os principais objetivos do fluxograma, em gerenciamento, é garantir a qualidade e aumentar a produtividade (MELLO et al., 2016).

3. DESENVOLVIMENTO DE UM FLUXO PARA AVALIAÇÃO DA RETIRADA DE ITENS DE INSPEÇÃO

Com o intuito de auxiliar as montadoras que são fortemente dependentes dos operadores na execução dos seus processos e devido a isso apresentam postos de inspeções que também são realizadas por humanos, propõe-se o desenvolvimento de um fluxo para atuar na redução da quantidade de inspeções, visto que quanto menor for a necessidade de inspeções, menor será o tempo de retrabalho e também os operadores terão mais tempo para realizar as inspeções que permanecerão.

Para iniciar o fluxo é necessário que a empresa tenha um histórico dos resultados das inspeções atualmente realizadas. Este histórico irá direcionar as entradas para o fluxo:

- a) Os principais defeitos que são apontados pelos postos de inspeção e são liberados: Neste caso, os itens que são identificados como não conformes (NC) pelos operadores que realizam a inspeção, não são retrabalhos e são considerados conformes pelas pessoas responsáveis por fazer uma avaliação final em caso de dúvidas do operador que irá retrabalhar o produto;
- b) Os principais defeitos apontados pelo posto: Os defeitos apontados pelo operador de inspeção são confirmados como itens não-conforme e são retrabalhados;
- c) Itens inspecionados e que raramente apresentam defeitos: são os itens que estão na lista do que deve ser inspecionado; porém dentro do período da análise não foi identificado nenhum trabalho não conforme.

A compilação dos dados do histórico pode ser feita com a utilização do Diagrama de Pareto, porém é necessário que as especificações dos itens sejam registradas da mesma forma por todos os operadores da montadora. Dessa forma, é preciso analisar e padronizar o modelo de registro dos itens não conformes na qual o fluxo será aplicado.

É importante também definir o período da análise dos dados, que pode ser baseado na quantidade de itens produzidos por dia. Por exemplo, uma empresa com alto volume de produção, o Diagrama de Pareto pode ser avaliado no período de um

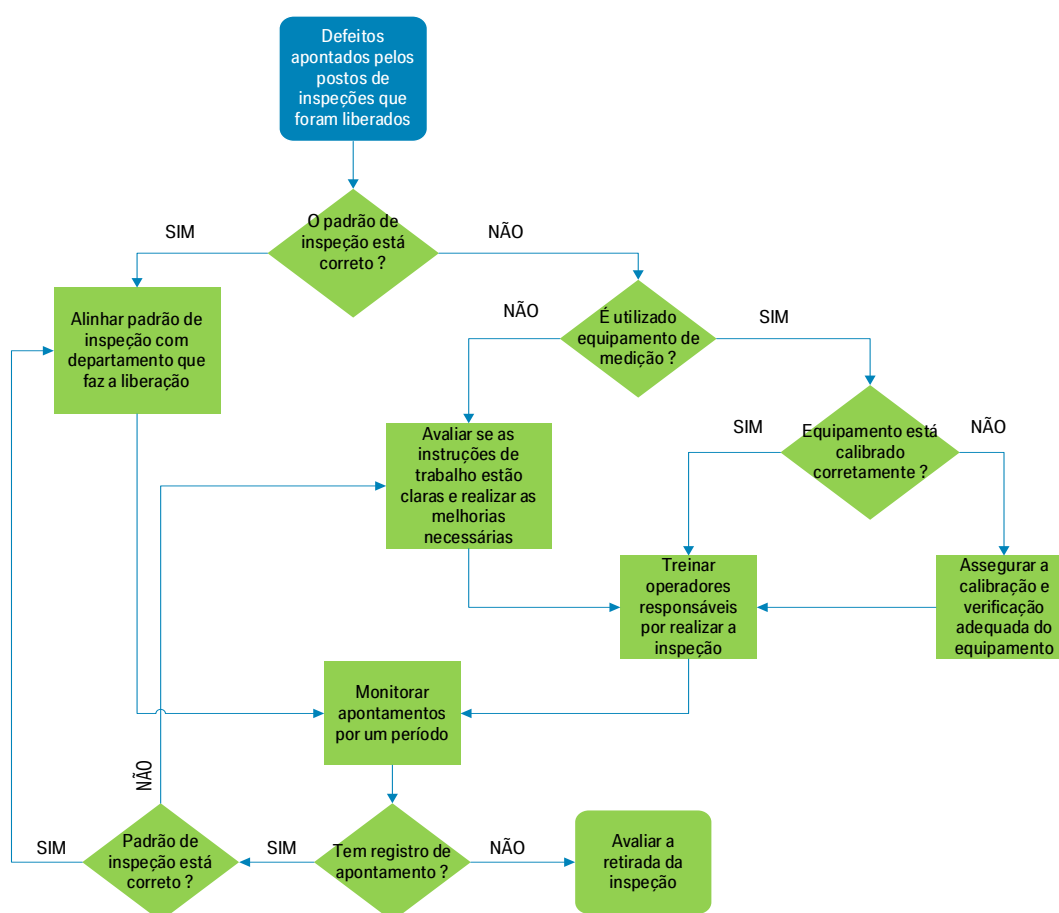
mês e já apresentará resultados conclusivos. Para empresa com volumes médios ou pequenos, o período de seis mês pode ser mais indicado.

Apesar de ser um único fluxo que irá contemplar as três entradas descritas acima (Apêndice A), na sequência o fluxo será apresentado em tópicos com o intuito de facilitar a compreensão da sua aplicação.

3.1 DEFEITOS APONTADOS PELOS POSTOS DE INSPEÇÃO E QUE SÃO LIBERADOS

Na situação em que os itens NC são liberados, deve-se analisar se o padrão do item está correto, ou seja, se o item está dentro das características específicas. A Figura 10 apresenta o fluxo de avaliação quando itens retidos são liberados posteriormente.

Figura 10 - Fluxo para avaliação de retirada de inspeções de itens classificados como não conformes que são liberados



Fonte: Autor (2022).

Essa primeira análise é importante em virtude das comprovações das falhas que o operador pode cometer devido ao seu cansaço físico e mental. Caso o item realmente esteja dentro do padrão especificado é necessário averiguar se é utilizado algum equipamento de medição no processo da inspeção; se sim, deve-se confirmar a calibração e verificação dele.

É essencial também avaliar se as instruções de trabalho estão claras e de acordo com o padrão e buscar melhorá-las para facilitar a compreensão do operador. Tanto após a calibração do equipamento quanto após a melhoria na instrução de trabalho deve-se treinar o operador no processo para que ele reforce o seu conhecimento no método de realizar as tarefas e assim tenha-se uma diminuição de erros.

Após o treinamento do operador deve-se monitorar por um período os apontamentos em relação ao item que foi abordado na análise. Este período deve ser determinado com base na frequência que a NC era apontada pelos operadores, e caso não tenha nenhum registro, a empresa pode avaliar a retirada da inspeção deste item. Caso contrário deve-se retornar para avaliação da instrução de trabalho e seguir o fluxo novamente.

Caso o item liberado esteja fora das características padrões deve-se alinhar o padrão de avaliação com as pessoas responsáveis por realizar a liberação do item com defeito visto que, as características de conformidade são baseadas nas necessidades e satisfação do cliente. Dessa forma é necessário que toda a empresa tenha um único padrão a ser seguido. Após o alinhamento de padrão deve-se monitorar os apontamentos, se houver algum apontamento deve-se voltar para etapa de alinhamento de padrão; caso contrário avalia-se a retirada da inspeção.

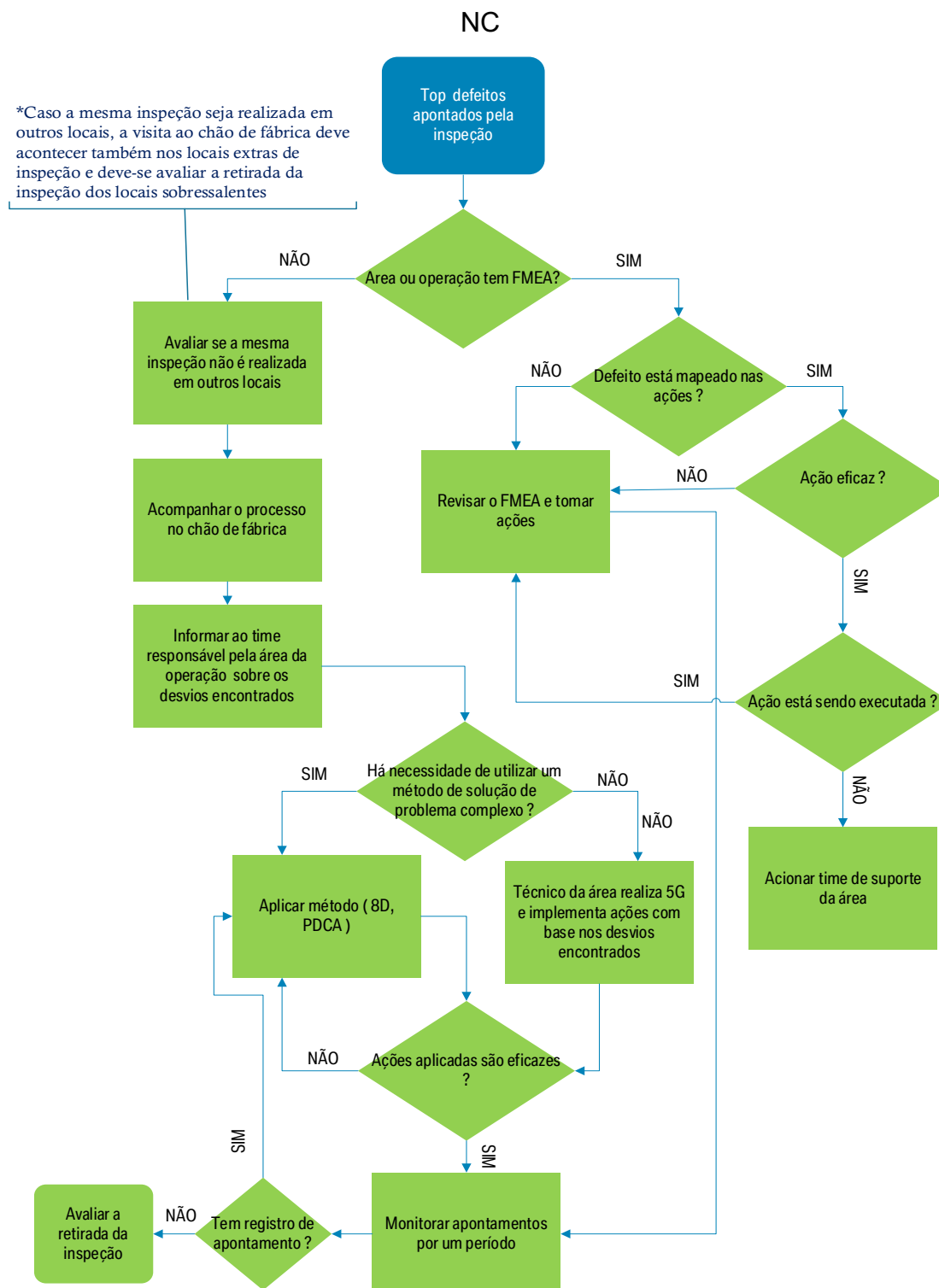
3.2 OS PRINCIPAIS EFEITOS APONTADOS PELOS POSTOS DE INSPEÇÃO

A Figura 11, mostra de forma detalhada os passos do fluxo para avaliação da retirada de inspeção para itens com altos registros de NC.

Com o Diagrama de Pareto dos itens que foram retrabalhados ou descartados, a análise será direcionada para identificar e buscar soluções para a causa raiz do problema. Dessa forma, a primeira investigação será em torno da FMEA, caso o processo no qual o item inspecionado faz parte utilize esta ferramenta. Deve-

se averiguar se a não conformidade está mapeada dentre as ações para minimizar os riscos; se ela estiver, precisa-se verificar se a mesma não estava defasada ou até mesmo em desuso.

Figura 11 - Fluxo para avaliação de retirada de inspeções de itens com alto índice de



Fonte: Autor (2022).

Caso a ação esteja em desuso, a supervisão da área deve ser comunicada e ficará sob sua responsabilidade investigar o porquê de a ação não estar sendo executada e trabalhar junto com o seu time para que a mesma volte a ser realizada.

Caso a ação que havia sido implementada não esteja sendo eficaz, deve-se retroalimentar a FMEA com as novas informações levantadas e buscar implementar ações mais robustas. Após isso deve-se monitorar os apontamentos e caso não seja mais registrados defeitos no item abordado, deve-se avaliar a retirada da inspeção.

Nos casos em que o processo não realiza a FMEA, deve-se iniciar a investigação analisando se a mesma inspeção não é realizada em outros postos tanto de operação quanto de inspeção. Caso a inspeção seja realizada em outros postos, é necessário que se faça uma avaliação nestes, pois os mesmos podem não estar identificando a NC ou algum processo em postos seguintes pode estar ocasionando alterações no item em questão.

Em seguida, para avaliar a causa raiz do problema da não conformidade é recomendado que seja realizado um acompanhamento direto do processo no chão de fábrica, com o intuito de analisar se o processo em questão é robusto ou apresenta falhas principalmente em relação ao operador, máquina ou método. Após essa visita ao chão de fábrica, o time de apoio da área deve ser informado sobre os desvios encontrados no processo e com base nisso tomar a decisão de utilizar um método de solução de problema (8D, PDCA) ou não.

Caso o time opte pela utilização do método, é importante que os demais funcionários que participarão da resolução do problema também realizem a visita ao chão de fábrica, visto que cada um pode fazer uma análise diferente e identificar pontos mais precisos. Poderão participar da equipe, por exemplo: funcionários do setor de planejamento, qualidade, logística, recursos humanos, produção e entre outros. A escolha do método utilizado, assim como as ferramentas de qualidade que serão utilizadas, ficam a critério do grupo. Cada problema apresenta um nível de gravidade e detalhamento e isso deve ser considerado na escolha das ferramentas a serem usadas.

Porém, vale ressaltar que a investigação da causa raiz do problema é uma etapa crucial para que ações eficazes sejam implementadas. Sendo assim, é de extrema importância que as pessoas não busquem “imaginar” as conclusões finais. É essencial que a investigação e planejamento aconteçam de forma minuciosa levando em consideração todas as possibilidades possíveis e em seguida deve-se buscar a

confirmação dessas possibilidades para que assim a atuação ocorra de forma precisa e eficaz.

A partir da definição das ações, na qual pode surgir a necessidade de realização de FMEA na área ou processo, é importante ter atenção também para as questões básicas de instruções de trabalho e treinamento dos operadores. Visto que, por mais simples que sejam as alterações no processo devido a implementação das ações, ele deve permanecer claro e tangível para os operadores.

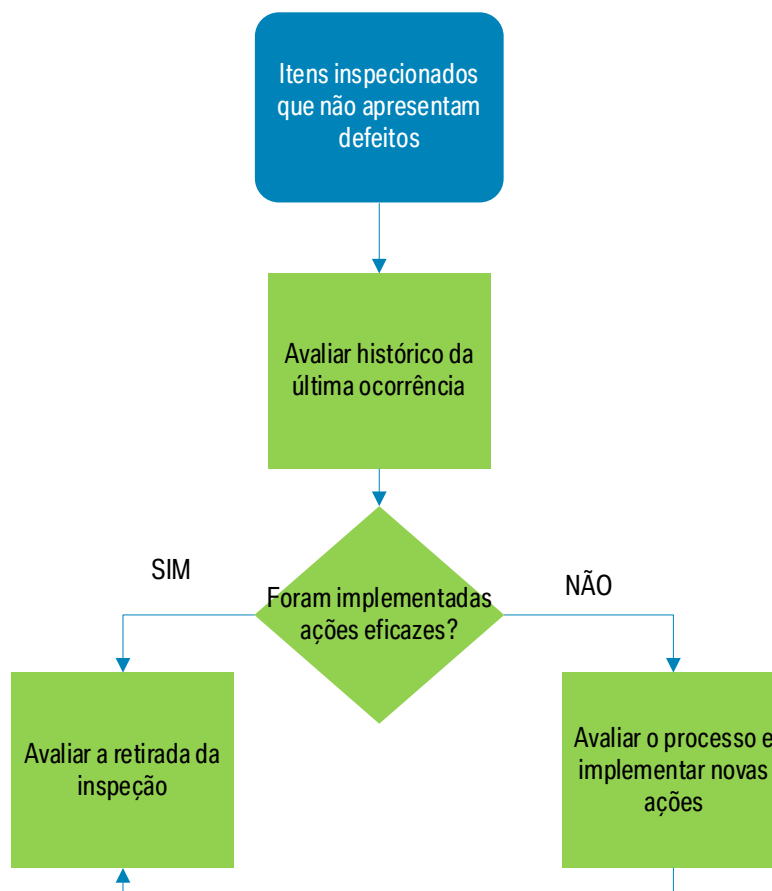
Após a implementação das ações deve-se verificar se elas são eficazes. Caso não sejam, deve-se retornar para etapa de aplicação do método de solução de problema. Se as ações forem eficazes deve-se monitorar os apontamentos por um período e uma vez que não tenha apontamentos deve-se realizar a análise para retirada da inspeção. Caso tenha algum apontamento retorna-se para etapa do método de solução de problema.

3.3 ITENS INSPECIONADOS E QUE RARAMENTE APRESENTAM DEFEITOS

Para os itens que são inspecionados, e não há nenhum registro de não conformidade dentro do período analisado é importante que seja analisado o histórico da última não conformidade, pois a mesma pode ter sido o motivo da implementação da inspeção. O fluxo de avaliação está apresentado na Figura 12.

Deve-se analisar se as ações implementadas no período em que o problema ocorreu foram eficazes. Caso afirmativo, deve-se realizar a análise da retirada da inspeção. Do contrário, deve-se analisar o processo e buscar implementar ações eficazes com o intuito de garantir que o problema não volte a acontecer para que em seguida a avaliação da retirada da inspeção seja realizada.

Figura 12- Fluxo para avaliação de retirada de inspeções de itens que não apresentam NC



Fonte: Autor (2022).

Como os itens em questão não apresentam histórico de defeitos não é necessário o monitoramento dos apontamentos. A avaliação da retirada da inspeção pode ser feita com base na confirmação da eficácia das ações tomadas para eliminar a causa raiz do problema e evitar que o mesmo volte a acontecer.

3.4 CONSIDERAÇÕES EM RELAÇÃO A APLICAÇÃO DO FLUXO

É importante ressaltar que o fluxo foi separado nas seções acima apenas com o intuito de facilitar o entendimento, mas a sua versão completa encontra-se no Apêndice 1, no qual é possível perceber que as três entradas são direcionadas para avaliação da retirada da inspeção, que fica a cargo dos diretores ou supervisores a decisão de retirar ou manter a inspeção visto que, sem a inspeção o defeito pode chegar até o cliente e as perdas para a empresa podem ser significativas.

O fluxo direciona a avaliação e tratativas das não conformidades, e com a implementação de ações e verificação da sua eficácia é formado o embasamento necessário para comprovar que a inspeção do item pode ser retirada. Dessa forma, é essencial seguir todas as etapas do fluxo e atentar-se na escolha e aplicação de ferramentas da qualidade adequadas.

4. APLICAÇÃO DO FLUXO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA

O fluxo foi aplicado em uma montadora automobilística multinacional, na qual foi solicitado que cada passo do fluxo fosse direcionado para um membro da empresa e também, que se fizesse necessário uma nova saída no fluxo direcionada para criação de FMEA, para os casos de top defeitos registrados nos postos de inspeção que apresentassem apontamentos mesmo depois da aplicação dos métodos de solução de problemas, uma vez que a empresa não apresenta FMEA na maioria dos seus processos.

Foi determinado que o período de monitoramento dos apontamentos após a tratativa seguindo o fluxo será de 30 dias, uma vez que este é o período padrão utilizado pela empresa no monitoramento das suas tratativas de problemas. As adaptações feitas no fluxo para atender as necessidades da empresa em questão estão no Apêndice 2. No Quadro abaixo estão os cargos da empresa que apresentam atribuições do fluxo.

Quadro 2 - Cargos da empresa com atuação direta no fluxo

Requisitante	Qualquer membro da empresa que queira retirar a inspeção de um item
Supervisor da área	Supervisor dos postos de montagem
Analista de qualidade	Membro responsável por garantir a qualidade do processo e produto final durante a montagem
Analista de Planejamento	Membro responsável por realizar o planejamento da montagem
Supervisor de qualidade	Supervisor dos postos de inspeções
Gerente de qualidade	Membro responsável por gerenciar todos os tópicos de qualidade da montagem

Fonte: Autor (2022).

O primeiro passo para aplicação do fluxo foi identificar o método de registro dos apontamentos das não conformidades pelos operadores dos postos de inspeção. Observou-se que a empresa apresenta um sistema computacional para o lançamento dos apontamentos. Cada posto de inspeção apresenta um computador na estação, porém também foi percebido que os operadores não tinham um padrão para o

lançamento dos defeitos, ou seja, a mesma não conformidade poderia ser apontada de forma diferente, o que dificulta a tomada de decisão de onde se deve atuar.

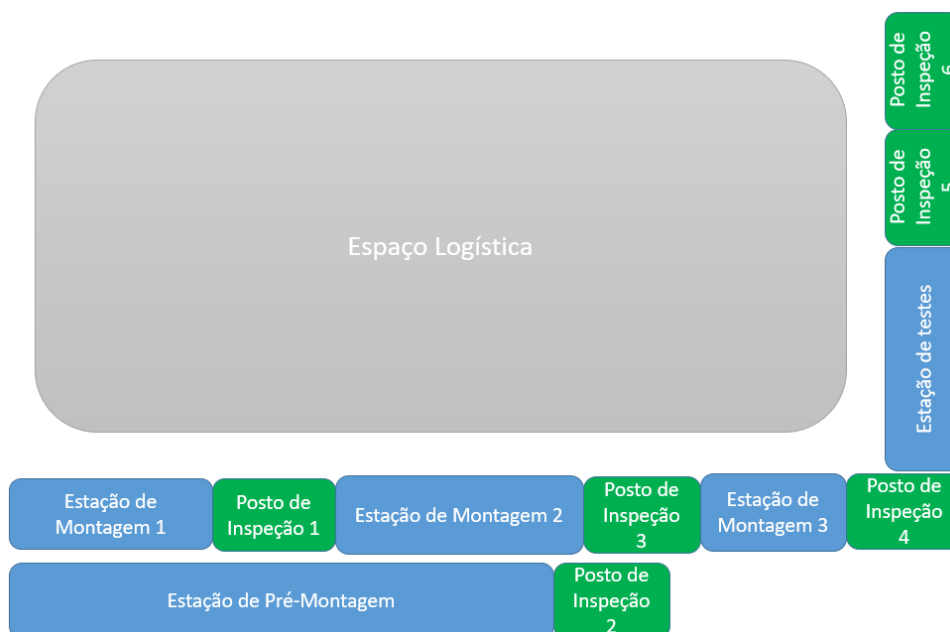
Deste modo, foi proposto uma alteração no *checklist*, lista composta por todos os itens que devem ser inspecionados nos postos de inspeção (Figura 13), para que cada item tivesse o seu código de lançamento no sistema, com a finalidade de facilitar o processo para os operadores e obter um Diagrama de Pareto mais preciso. A alteração no *checklist* foi implementada em fase de teste em apenas um posto de inspeção. A empresa apresenta 6 postos de inspeções distribuídos pela linha de montagem, conforme mostra a Figura 14. A aplicação do fluxo foi no posto 4, visto que este é o posto com menos itens a serem inspecionados na empresa, que possui o objetivo de reduzir um posto de inspeção.

Figura 13 - Alteração no checklist da montadora

ANTES						
Checklist						
Sequência	Item de Inspeção	Descrição da Operação		Tipo de Inspeção	Critério / Instrução	Inspeção Temporária (Validade)
1	Item A	Verificar se estão encaixados corretamente		Visual	NA	NA
2	Item B	Verificar se estão na posição correta		Tátil	NA	NA
3	Item C	Verificar se estão encaixados corretamente		Visual	NA	NA
4	Item D	Verificar se está encaixada corretamente		Visual	NA	NA
DEPOIS						
Checklist						
Sequência	Item de Inspeção	Código no sistema	Descrição da Operação	Tipo de Inspeção	Critério / Instrução	Inspeção Temporária (Validade)
1	Item A	14006	Verificar se estão encaixados corretamente	Visual	NA	NA
2	Item B	34005	Verificar se estão na posição correta	Tátil	NA	NA
3	Item C	67007	Verificar se estão encaixados corretamente	Visual	NA	NA
4	Item D	45609	Verificar se está encaixada corretamente	Visual	NA	NA

Fonte: Autor (2022).

Figura 14 - Distribuição dos postos de inspeção na montadora







Fonte: Autor (2022).

Após uma semana da implementação da alteração no *checklist*, observou-se que 75% dos apontamentos estavam de acordo com os itens do *checklist*. Porém verificou-se que apontamentos dos postos de inspeção anteriores estavam sendo lançados no sistema do posto no qual o estudo estava sendo realizado. Em conversa com o operador líder, responsável por gerenciar os postos de inspeção dando suporte direto aos operadores, foi apontado a falta de tempo no posto anterior e por esse motivo os lançamentos estavam sendo realizados no posto seguinte.

Por esse motivo, decidiu-se implementar as alterações na instrução de trabalho também no posto 3. O operador líder sugeriu que os códigos ficassem expostos na mesa do computador, que facilitaria a visualização do operador, já que o *checklist* fica em uma coluna do posto, fora do campo de visualização do operador durante o processo de lançamento. A vista disso, foi implementado um novo modelo de consulta do código de lançamento de cada item, desta vez também com um código de barras (Figura 15), que será implementado em todos os postos de inspeção.

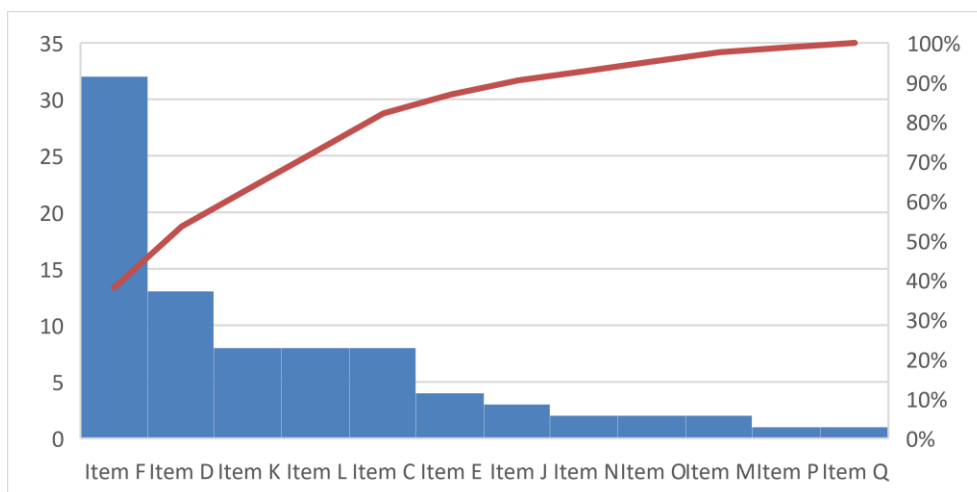
Figura 15- Tabela para consulta de lançamentos no sistema

Item de Inspeção	Código no sistema	Código de barras
Item A	*14006*	
Item B	34005	
Item C	67007	
Item D	45609	

Fonte: Autor (2022).

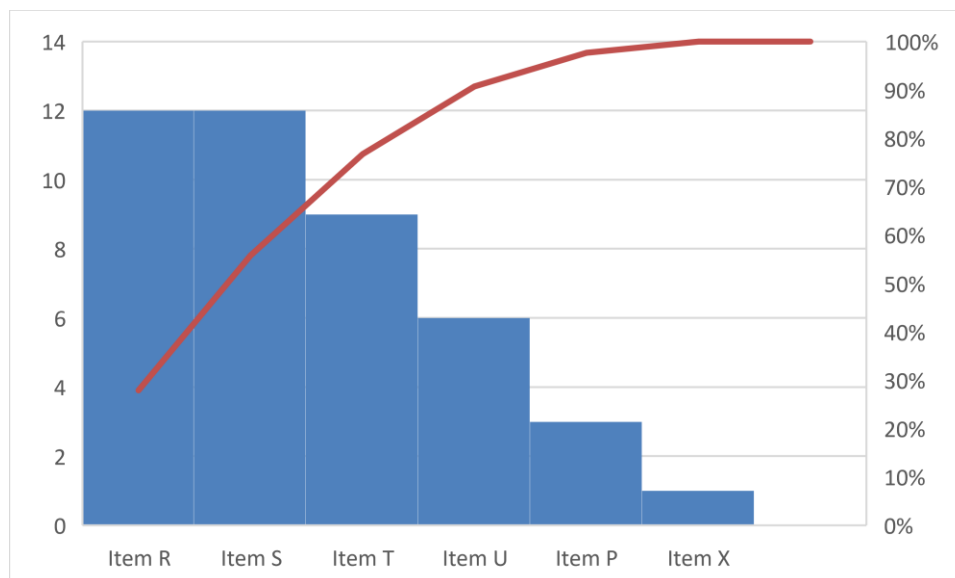
Os apontamentos foram monitorados ao longo de um mês, e em seguida foram construídos os Diagramas de Pareto para os tops defeitos apontados e os defeitos apontados pelo posto de inspeção e que foram liberados, conforme apresentados nas Figura 16 e 17, respectivamente.

Figura 16- Diagrama de Pareto dos tops defeitos apontados



Fonte: Autor (2022).

Figura 17- Diagrama de Pareto dos defeitos que foram apontados pelos postos de inspeção e foram liberados



Fonte: Autor (2022).

Foi observado também que 2 itens do *checklist* não estavam sendo lançados no sistema, ou seja, não apresentavam não conformidade. Dessa maneira, ambos foram direcionados para a entrada do fluxo dos itens inspecionados e que raramente apresentam defeitos.

4.1 APLICAÇÃO DO FLUXO PARA RETIRADA DA INSPEÇÃO DE ITENS QUE SÃO INSPECIONADOS E RARAMENTE APRESENTAM DEFEITOS

Os itens em questão serão tratados como item A e item B, em virtude da necessidade de manter a confidencialidade da empresa, e serão tratados seguindo o fluxo para a entrada dos itens que são inspecionados e que não apresentam defeitos, porém separadamente.

4.1.1 Item A

Para os itens inspecionados e que não apresentam defeitos, o primeiro passo do fluxo é a avaliação do histórico da última ocorrência. A empresa em questão apresenta um relatório com histórico dos últimos 365 dias de apontamentos de defeitos. Realizando a busca neste relatório encontrou-se apenas 2 apontamentos de

defeito no item A. O próximo passo foi comunicar ao supervisor da qualidade e o time de suporte da estação na qual o item é montado.

Ao realizar a comunicação ao time de suporte foi identificado que durante o período dos 2 apontamentos a montagem do item estava sendo realizada naquela estação como um teste, devido a um projeto de eficiência da área, e por esse motivo foi inserido a inspeção no posto 4, com o intuito de conferir se o operador não esqueceria de montar o item. Porém o teste não foi validado e a montagem do item voltou ao seu posto de origem, com isso a inspeção do posto 4 deveria ter sido removida, mas não aconteceu.

Foi aplicada a ferramenta 5G na estação de origem da montagem do item A, estação de montagem 1 (Figura 14). Observou-se que o item consta na instrução de trabalho, que a estação apresenta um quadro sombra para que o operador o abasteça com todas as peças e ferramentas necessárias para realizar a montagem na estação, porém os locais das peças não apresentavam identificação, e foi verificado também que o operador segue o padrão e a sequência de montagem proposta pela Instrução de Trabalho.

Como ação para garantir que a peça abastecida no quadro sombra é a correta, foi adicionado o código de todas as peças, de acordo com o manual de montagem, no quadro sombra como mostra a Figura 18. Foi implementada também, uma ação para detalhar no documento de *avaliação de riscos para implementação de testes* da empresa a obrigatoriedade de avaliar a necessidade de implementar inspeção temporária durante o período do teste e as possíveis alterações do local de inspeções já existentes devido a mudança do local de montagem das peças.

segurança ou críticos foram realizadas e em alguns casos são conferidos por outro operador. Dessa forma, os itens são listados no documento e o operador que realizar a montagem deve assinar garantindo a operação, assim como o operador subsequente que realizará a verificação.

Após informar ao time de suporte da área de montagem e o supervisor da qualidade, foi decidido que as ações citadas acima são eficazes e seriam implementadas abrangendo todos os modelos produzidos na montadora e posteriormente o gerente da qualidade avaliará a retirada da inspeção.

4.2 APLICAÇÃO DO FLUXO PARA RETIRADA DA INSPEÇÃO DOS PRINCIPAIS ITENS APONTADOS PELO POSTO DE INSPEÇÃO

Analisando o Diagrama de Pareto (Figura 16) fica evidente que o item F é a principal não conformidade registrada pelo posto de inspeção e seguirá o fluxo na entrada de top defeitos apontados pela inspeção. A não conformidade registrada para o item em questão trata-se de encaixe incorreto desta peça, que é interna e fica aparente, resultando em um defeito visual para o veículo.

O primeiro tópico do fluxo para essa entrada é o questionamento se há FMEA na área ou no processo e foi constatado que não há FMEA. Em seguida, verificou-se que não ocorriam inspeções sobressalente; dessa forma, seguiu-se para o acompanhamento do processo no chão de fábrica. Foi então identificado que havia a possibilidade do deslocamento da peça após a montagem de outros itens na estação de montagem 2 (Figura 14).

O time de suporte da área responsável pela montagem do item F foi informado e decidiu-se que não seria necessário aplicar um método complexo de solução de problema, assim sendo, o técnico da área aplicou a ferramenta 5G tanto na área que o item F é montado, estação de montagem 1, quanto na área que possivelmente causa o deslocamento da peça e constatou que não há interferências na montagem das peças subsequentes e sim na área da pintura da carroceria. O técnico implementou as ações apontadas no quadro 3, com o intuito de solucionar o problema.

Quadro 3 - Ações implementadas pelo técnico

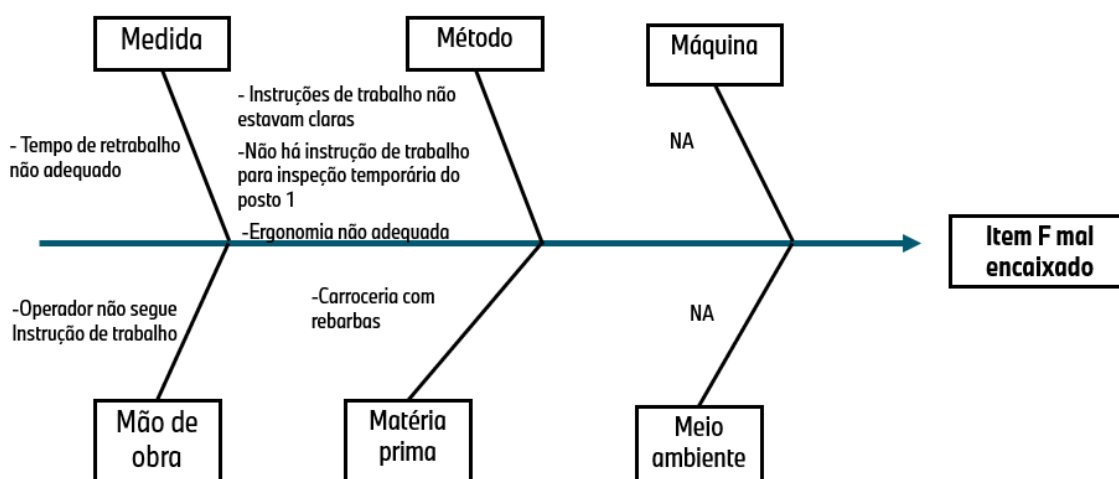
Ação	Responsável
Implementar inspeção do Item F no posto de inspeção 1	Operador líder dos postos de inspeção
Assegurar que a região na qual o item F é montado não apresente rebarba	Técnico de pintura

Fonte: Autor (2022).

Mesmo após a aplicação das ações o defeito continuou sendo apontado no Posto 4. Foi avaliado que a inspeção no Posto 1 não estava sendo realizada de forma adequada e que mesmo com a região, na qual o item F é montado, sem rebarbas, o item F continuava aparente e as ações não eram eficazes. De acordo com o fluxo, o próximo passo é a aplicação de um método de resolução de problema. O método PDCA foi aplicado para solucionar o problema por dois analistas de qualidade de áreas diferentes, uma estagiária de qualidade e um técnico de montagem.

Na primeira etapa do ciclo, planejamento, todos os envolvidos analisaram o processo no chão de fábrica a fim de basearem-se em fatos e dados para definirem as metas e métodos para solucionar o problema. Foi definido também que no próximo carro em que o defeito fosse identificado, o técnico e analista da qualidade deveriam ser informados para analisar o defeito. Em seguida foi realizado um Diagrama de Ishikawa, com os pontos levantados por eles, conforme mostra a Figura 19.

Figura 19- Aplicação do Diagrama Ishikawa para resolução do problema



Fonte: Autor (2022).

Posteriormente foi utilizada a ferramenta 5W2H (Figura 20), para definir os próximos passos que deveriam ser seguidos para que o problema fosse solucionado.

Figura 20- Aplicação do 5W2H para resolução do problema

O QUÊ (what ?)	PORQUE (why?)	QUEM (who?)	ONDE (where?)	QUANDO (when ?)	COMO (How ?)	QUANTO (How much?)
Garantir eficácia da inspeção do posto 1	Foi identificado que os operadores de inspeção do posto 1 não sabiam qual padrão deve ser seguido na inspeção	Estagiaria da qualidade	Posto de inspeção 1	24/11/2022	Implementar instrução de trabalho	Sem custo
Garantir montagem correta do item F	Evitar que o problema seja passado para o posto de montagem seguinte	Operador líder do posto	Posto de montagem do item F	25/11/2022	Criar uma identificação visual temporária e treinar todos os operadores do posto no método correto de montagem	Sem custo
Melhorar instruções de trabalho do posto	Foi identificado que a IT não estava clara para os operadores de montagem	Planejador da área	Posto de montagem do item F	29/11/2022	Adicionar imagens mais claras do procedimento correto	Sem custo
Garantir método e apontamento correto de retrabalho dos defeitos	Foi identificado que o retrabalho do defeito não estava sendo realizado de acordo com o padrão	Estagiaria da qualidade	Area de retrabalho	24/11/2022	Informar ao operador líder e supervisor do retrabalho sobre o método correto da operação	Sem custo
Avaliar a possibilidade de alteração do local de montagem do item F	Questões ergonômicas	Supervisor da área	Postos subsequentes	09/12/2022	Analisar tempo de disponível ou item que podem ser rebalanceados	Sem custo

Fonte: Autor (2022).

Na segunda etapa, execução, todos os envolvidos foram treinados, principalmente os operadores de montagem, para garantir que a execução das ações fosse bem-sucedida. Até o momento da finalização deste trabalho a ação de avaliar a possibilidade de alteração do local de montagem do item F não foi finalizada, mas com a implementação das demais, foi possível verificar durante uma semana de operação que não houve nenhum apontamento do defeito no posto 4.

Após a finalização do PDCA, com a etapa de verificação e padronização do método, os apontamentos devem ser monitorados por um mês. Se não houver registro do defeito, deve-se avaliar a retirada da inspeção, caso contrário, deve-se realizar FMEA na área.

4.3 APLICAÇÃO DO FLUXO PARA RETIRADA DA INSPEÇÃO DO ITENS QUE SÃO APONTADOS PELOS POSTOS DE INSPEÇÃO E QUE SÃO LIBERADOS

Com base no Diagrama de Pareto apresentado na Figura 17, fica evidente que os itens R e S são os que apresentam maior impacto nos apontamentos dos defeitos que são liberados. De acordo com o fluxo, o supervisor da qualidade deve avaliar se o padrão de inspeção está correto. Porém ambos os casos apresentaram diversos tipos de defeitos registrados para o mesmo item e os defeitos estão relacionados com cotas que apresentam uma determinada tolerância.

Dessa maneira, o supervisor da qualidade optou por aprofundar o treinamento dos operadores com instruções de trabalhos mais detalhadas e precisas. Até a finalização deste trabalho a ação estava em andamento, porém ao ser finalizada deve-se realizar o monitoramento dos apontamentos por 30 dias e caso não haja registro da liberação, deve-se avaliar a retirada da inspeção. Caso contrário deve-se retornar ao questionamento do alinhamento de padrão.

4.4 CONCLUSÕES DA APLICAÇÃO DO FLUXO EM UMA MONTADORA AUTOMOBILÍSTICA

Com a aplicação do fluxo na montadora automobilística foi possível identificar uma maior assertividade nos apontamentos, que facilita o direcionamento para tratativa dos problemas. O fluxo também assenta para a tratativa de problemas menores dentro da empresa que por serem identificados no posto de inspeção, não chegam ao cliente final e apresentam uma baixa relevância. Com a tratativa desses problemas a empresa diminui o tempo gasto em retrabalhos simples e melhora a eficiência dos postos de inspeções.

A necessidade do emprego de instruções de trabalhos claras e detalhadas para os postos de inspeções é um fator importante na eficiência dos mesmos, como foi possível avaliar no caso dos tops defeitos e dos defeitos apontados e que são liberados. Fica evidente também que a empresa utiliza a implementação de inspeções temporárias nos postos de inspeção como contenção para que o defeito não chegue até o cliente, durante o processo de identificação da causa do problema. Dessa forma, é necessário reduzir os itens que são inspeções fixas do posto com o intuito de que haja flexibilidade para comportar esses casos.

Foi validado que é possível atingir o objetivo da retirada de inspeções com a aplicação do fluxo. Além disso, o gerente de qualidade da empresa em questão considera que, com a utilização contínua do fluxo será possível reduzir um posto de inspeção da montadora.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com as exigências e requisitos dos clientes cada vez mais elevados, as empresas buscam aumentar o seu nível de qualidade para manterem-se competitivas no mercado. Empresas que dependem fortemente da mão de obra na fabricação dos seus produtos, apresentam postos de inspeções para garantirem que produtos não conformes não chegarão ao cliente final.

Em contrapartida, a gestão da qualidade traz a melhoria contínua como um elemento fundamental para o progresso das empresas. Dessa forma, é essencial que as empresas busquem soluções para reduzir desperdícios e aumentar a sua eficiência. Por esse motivo, foi proposto um fluxo para avaliação da retirada de itens de inspeções dos postos, que foi fundamentado em análises aprofundadas que devem ser realizadas pelos membros da empresa com a utilização de ferramentas da qualidade e métodos de solução de problemas.

Com a aplicação do fluxo em uma montadora automobilística, foi identificado que os postos de inspeções são essenciais, visto que a produção é fortemente manual e há grandes chances de falha, e auxiliam também na assertividade da resolução de problemas pois facilitam o direcionamento para a origem da causa do problema. Porém, identificou-se também que a padronização do método das inspeções é fundamental para que as mesmas sejam efetivas.

Os resultados da utilização do fluxo foram positivos, dado que tanto com a utilização de ferramentas simples da qualidade, como por exemplo o 5G, quanto com a utilização de um método de solução de problemas, foi possível eliminar um item do posto de inspeção e três encontram-se em processo de monitoramento para que em seguida seja avaliada a possibilidade de retirada da inspeção. A utilização com recorrência do fluxo deve ser adotada pela empresa para que resultados maiores sejam alcançados.

A redução de itens dos postos de inspeções obtida com a aplicação do fluxo resulta em uma redução de custos para a empresa, e também uma garantia que os seus processos estão cada vez mais robusto, visto que para que a inspeção seja retirada é necessário ter um embasamento consolidado da tratativa do problema.

Para trabalhos futuros recomenda-se o desenvolvimento de uma sistemática com a utilização de *business intelligence* para coletar as informações dos

apontamentos de defeitos, gerenciá-las e analisá-las de forma automática e apresentar relatórios dos principais itens que podem ser eliminados com a utilização do fluxo em um monitoramento periódico. Com isso, os postos de inspeções se tornarão postos de verificação e de direcionamento para tratativas de problemas menores, o que resultará em mais tempo para os operadores garantirem a eficiência das inspeções.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, D. C. **Modelo conceitual para a aplicação de fmea de processo na indústria automotiva**. 2016. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá, Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá, 2016.
- AGUIAR, D. C. D; SALOMON, V. A. P. **Avaliação da prevenção de falhas em processos utilizando métodos de tomada de decisão**. *Produção*, v. 17, n. 3, p. 502–519, 2007.
- AIAG. Automotive Industry Action Group. Advanced Product Quality Planning and Control Plan. 2008
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT¹. **ABNT NBR ISO 9000:2015**. Sistemas de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT². **ABNT NBR ISO 9001:2015**. Sistemas de gestão da qualidade – Requisitos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.
- CAMPOS, A. K. DOS S. et al. Padronização do processo de inspeção visual para redução do índice de PPM de cliente por meio da implementação da metodologia TWI em uma empresa de autopeças. **Revista Gestão Industrial**, v. 13, n. 2, 25 out. 2017.
- CAMPOS, V. F. **TQC Controle da Qualidade Total no estilo japonês**. 8. ed. Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CARDOSO, J. J.; GASPERI, D. F. D.; VIDOR, L. P. Aplicação da metodologia kaizen na padronização do processo de revisão final de produtos em uma indústria montadora de veículos automotores. *In: XXV SIMPÓSIO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais [...]* Bauru, 7 a 9 de novembro de 2018.
- CARVALHO, W. J. S.; ABREU, E.; ALVES, M. Análise e aplicabilidade de ferramentas básicas da qualidade como auxílio na melhoria do processo produtivo: estudo de caso em uma indústria de confecção. *In: XXXV Encontro Nacional de Engenharia de Produção*, Fortaleza, 13 a 16 de outubro de 2015.
- CHIAVENATO, I. **Gestão de pessoas: O novo papel dos recursos humanos nas organizações**. 4. ed. Barueri, SP: Manole, 2014.
- CHIES, S. DE O.; BUNEDER, R. A aplicação da ferramenta 8d para a resolução de problemas de qualidade no cliente. **CIPPUS**, v. 7, n. 2, p. 18, 2019.
- CHOUCHENE, A. et al. Augmented Reality-Based Framework Supporting Visual Inspection for Automotive Industry. **Applied System Innovation**, v. 5, n. 3, p. 48, 6 maio 2022.

COELHO, F. P. S.; SILVA, A. M.; MANIÇOBA, R. F. Aplicação das ferramentas da qualidade: estudo de caso em pequena empresa de pintura. **FATEC**, São Paulo: REFAS, ano 2016, mai. 2016.

COSTA, E.L. J. **Gestão em processos produtivos**. Curitiba, PR: Ibpex, 2008.

DIAS, J. M.; MORAES, D. M.; SILVA, G. M. **Aplicação de ferramentas lean manufacturing na Indústria Automotiva**: Um estudo de caso. 2017. 19 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Centro Universitário de Anápolis, Anápolis, 2017.

DRURY, C. G. Human Factors and Automation in Test and Inspection. Em: SALVENDY, G. (Ed.). **Handbook of Industrial Engineering**. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 2001. p. 1887–1920.

FENGLER, R. B. et al. Inspeção de qualidade: o caso de uma encarroçadora. **UNIABEU**, v. 7, n. 17, p. 326 - 341, 2014.

FREIRE, D. A. L. **Treinamento e desenvolvimento em Recursos Humanos**: Encenando e efetivando resultados. Barueri, SP: INTERSABERES, 2014.

GALHARDO, R. A. M.; MARTINELLI, R. J.. A influência do treinamento no desenvolvimento de colaboradores em uma indústria farmacêutica de grande porte na região de Campinas/SP. **Revista Administração**, São Paulo: Network, ed. 8, ano 2014, p. 28-40, 2014. Anual.

GONÇALVES, T. V. A. **Controle estatístico do processo de usinagem de peças automotivas**: um estudo de caso em uma empresa do centro oeste de minas gerais, 2010. 53f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção). UNIFOR. Formiga, 2010.

JUNIOR, S.; CALLEFI, J. Implementation and continuity of the PDCA Cycle: A case study in the mechanical metal sector. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 15, n. 3, p. 155–182, 1 set. 2019.

JURAN, J. M. **Juran na liderança pela qualidade**. 3ª ed. São Paulo: Pioneira, 1995.

JURAN, J. M. **A Qualidade desde o Projeto**: Os Novos Passos para o Planejamento da Qualidade em Produtos e Serviços. 3ª ed. São Paulo: Pioneira, 1997.

JURAN, J. M.; GODFREY, A. B. (EDS.). **Juran's quality handbook**. 5th ed ed. New York: McGraw Hill, 1999.

KANG, Z.; CATAL, C.; TEKINERDOGAN, B. Product failure detection for production lines using a data-driven model. **Expert Systems With Applications**, United States of America: ELSEVIER, v. 202, ano 2022, 27 abr. 2022.

KISHIDA, M.; SILVA, A. H.; GUERRA, E. Benefícios da implementação do Trabalho Padronizado na ThyssenKrupp. **Gestão da produção**, Brasil: Lean Institute Brasil, p. 1-9, 16 out. 2006.

KOVALESKI, F. **Construção de um plano de controle para uma planta de motores de uma indústria automobilística**. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento Acadêmico de Engenharia de Produção, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2016.

LIKER, J. K.; Meier, D. **O Modelo Toyota**: manual de aplicação. Porto Alegre: Bookman, 2007.

LIU, H.-C. et al. Improving Risk Evaluation in FMEA With Cloud Model and Hierarchical TOPSIS Method. **IEEE Transactions on Fuzzy Systems**, v. 27, n. 1, p. 84–95, jan. 2018.

LAOFOR, Chollada; PEANSUPAP, Vachara. Defect detection and quantification system to support subjective visual quality inspection via a digital image processing: A tiling work case study. **Automation in Construction**, United States of America: ELSEVIER, ed. 24, ano 2012, p. 160-174, 1 abr. 2012.

Making sense of inspection. **Quality**, Canadá: MWP, ed. 2, ano 2008, p. 88-88, 1 mar. 2008.

MARTINEZ, Pablo; AHMAD, Rafiq. Quantifying the Impact of Inspection Processes on Production Lines through Stochastic Discrete-Event Simulation Modeling. **Modelling**, Canadá: MDPI, ed. 2, ano 2021, p. 406-424, 26 set. 2021.

MARTINS, R. A. **Inspeção por amostragem**. Apostila (Graduação em Engenharia de Produção) - Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.

MELLO, M. et al. A importância da utilização de ferramentas da qualidade como suporte para a melhoria de processo em indústria metal mecânica - um estudo de caso. *In: XXXVI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais [...]* João Pessoa, 3 a 6 de outubro de 2016.

MENEZES, F. M. MASP: Metodologia de análise e solução de problemas. **FOCEM**, Porto Alegre, 2013.

MILLS, A. C. **A auditoria da qualidade**: uma ferramenta para avaliação constante e sistemática da manutenção da qualidade. 5.ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

MONTGOMERY, D. C.. **Introduction to Statistical Quality Control**. 7. ed. United States of America: John Wiley & Sons, Inc, 2013.

MUELLER, R. R. A Relação Histórica Entre Trabalho e Educação: O Caso do Training Within Industry (TWI) e a Reestruturação Produtiva. **Diálogos**, v. 16, n. 1, p. 257–280, 23 abr. 2012.

NETO, A. M. D. S.; SANTOS, E. M. D.; DINIZ, H. H. L. Análise de Aplicação do Método 5g do WCM para Elevar a Performance no Produto em uma Indústria Cerâmica. *In: XLI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Anais [...]* Online: 30 out. 2021. Disponível em: <<http://www.abepro.org.br/publicacoes/artigo.asp?e=enegep&a=2021&c=41962>>. Acesso em: 16 nov. 2022

NEVES, T. F. **Importância da utilização do ciclo PDCA para garantia da qualidade do produto em uma indústria automobilística.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2007.

NGADIMAN, Y.; HUSSIN, B.; BON, A. T. Fatores que influenciaram a inspeção de qualidade na linha de produção em Indústria de transformação. **MATEC Web of Conferences**, p. 4, 2017.

OLIVEIRA, Felipe Gomes de; PIO, José Luiz de Souza. **Inspeção Visual de Placas de Circuito Integrado com Alta Densidade de Microcomponentes.** 2008. TCC (Graduação) - Curso de Ciências da Computação, Departamento de Ciência da Computação, Universidade Federal do Amazonas, Amazonas, 2008.

PAGANO, R. A. **Uma sistemática para implementação da qualidade total na indústria de manufatura.** 2000. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.

PALADINI, E. P. **Qualidade total na prática: implantação e avaliação de sistemas de qualidade total.** São Paulo: Atlas, 1994.

PESANTE, J. A. The effects of multitasking on quality inspection in advanced manufacturing systems. **Human Factors and Ergonomics in Manufacturing**, v. 11, n. 4, p. 287–298, 7 nov. 1997.

PHANDEN, R. et al. 8Ds method of problem solving within automotive industry: Tools used and comparison with DMAIC. **Materials Today: Proceedings**, v. 65, p. 3266–3272, 2022.

QUEIROZ, A.; OLIVEIRA, L. A Ferramenta Kaizen na Solução de Problemas Em Uma Indústria Automobilística. **Revista de Engenharia e Pesquisa Aplicada**, v. 3, n. 2, 10 abr. 2018.

QUININO, R. C.; BESSEGATO, L. F.; CRUZ, F. R. B. An attribute inspection control chart for process mean monitoring. **INTERNATIONAL JOURNAL OF ADVANCED MANUFACTURING TECHNOLOGY**, v. 90, p. 2991-2999, 2017.

SILVEIRA, J. S. **As principais aplicações de ferramentas de controle na qualidade do processo de fabricação.** Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Mecânica) - Departamento de Engenharia Mecânica e Elétrica, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2019.

SOARES, M. et al. Estudo de caso em uma empresa de grande porte: aplicação da ferramenta 8d na solução de problemas. **Fórum Internacional Ecoinnovar**, Santa Maria/ RS, 23 set. 2013.

SOUSA, J. C. DE; MOTA, L. O. Aplicação das Sete Ferramentas da Qualidade nas Organizações na Área da Produção / Application of the Seven Quality Tools in Organizations in the Production Area. **ID on line. Revista de psicologia**, v. 16, n. 60, p. 123–140, 30 maio 2022.

SOUZA, M. K. S. **Aplicação do brainstorming e diagrama de causa e efeito para o problema de pouco aluno em universidade pública**: estudo de caso no cetens/ufrb. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Energia e Sustentabilidade) - Centro de Ciência e Tecnologia em Energia e Sustentabilidade, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Feira de Santa, 2018.

SOUZA NETO, R. M. D. et al. Aplicação das sete ferramentas da qualidade em uma fábrica de blocos standard de gesso. *In*: XXVII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. **Anais [...]**, Joinville, 10 a 13 de outubro de 2017.

TEIXEIRA, J. D. A. **Melhoria de um sistema de inspeção de Pneus**. 2016. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, 2016.

MARTINS, T. 5G – Gemba, Gembutsu, Gentijisu, Genri, Gensoku. **Tulio Martins**, 2019. Disponível em: <https://tuliomartins.com.br/5g/> . Acesso em: 1 nov. 2022.

VERBAND DER AUTOMOLILINDUSTRIE. **VDA 6.3 Auditoria de produto**. Quality Management in the Automotive Industry. Berlin: VDA, 2020.

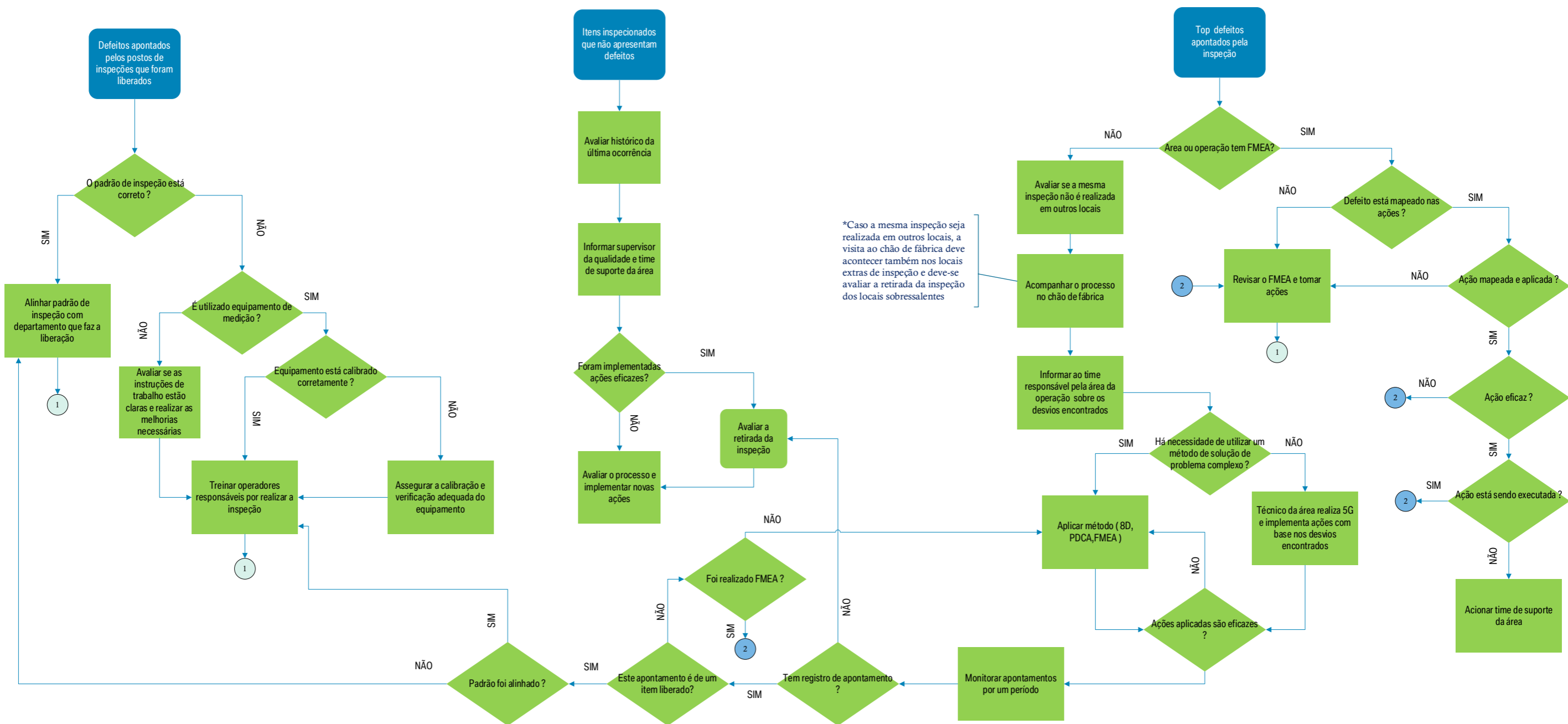
VIEIRA, A.; GARCIA, F. C. Gestão do conhecimento e das competências gerenciais: um estudo de caso na indústria automobilística. **RAE eletrônica**, v. 3, n. 1, jun. 2004.

WEISS, A.E. Key business solutions: essential problem-solving tools and techniques that every manager needs to know. Grã-Bretanha: **Pearson Education Limited**, 2011.

WU, Z.; LIU, W.; NIE, W. Literature review and prospect of the development and application of FMEA in manufacturing industry. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 112, n. 5–6, p. 1409–1436, jan. 2021.

ZOPPI, J. V.; OKADA, R. H. Métodos e ferramentas que auxiliam empresas na resolução de problemas. *Interface Tecnológica*, São Paulo: **FATEC**, p. 667-679, 2019.

APÊNDICE A – PROPOSTA DO FLUXO



Nível 1: Descrição do Processo

Objetivo do processo: Realizar a gestão de entrada / saída de inspeções do Control Plan

Processo de retirada de inspeções dos Postos de Inspeções

Nível 2: Processo

Indicadores do Processo:

- Indicador 1:
- Indicador 2:
- Indicador 3:

Diagramas de Paretos com a compilação dos apontamentos

Monitoramento dos Apontamentos por 30 dias

Nível 3: Etapas do Processo

