

PROPOSTA PARA DESENVOLVIMENTO DE POKAYOKE PARA IDENTIFICAR CARROS QUE ESTEJAM COM FREIO DE MÃO PUXADO NA LINHA DE PRODUÇÃO DE UMA IDÚSTRIA AUTOMOTIVA

RESUMO

Bacharelado em Engenharia de Produção
Período: 8º

Orientadora

Professora Me. Rosilda do Rocio do Vale

Autores:

Douglas Henrique Matte

Evandro Ângelo Moro

Saulo Rodrigo Fonseca Pinheiro

Vanderlei Fernandes da Silva

O trabalho é uma pesquisa de campo e apresenta uma proposta para o desenvolvimento de um pokayoke no final da linha de montagem, para identificar carros que estejam com freio de mão puxado para uma montadora automotiva localizada em São José dos Pinhais. A primeira parte deste trabalho, refere-se aos métodos e técnicas utilizados para coleta e análise dos dados obtidos na empresa através da pesquisa de campo e em seguida apresenta-se a fundamentação dos conceitos sobre empreendedorismo, pokayoke de produto, prototipagem, gestão de produto e processo, engenharia de processos, economia e linha de produção, com o objetivo de compreender a etapa de fabricação e encontrar um meio de solução para o problema encontrado. Na segunda parte do trabalho encontra-se a justificativa do problema através do levantamento do impacto causado à parada de produção devido ao travamento das linhas de produção, identificação das causas do problema através da ferramenta diagrama de Árvore e no direcionamento da proposta de solução e a representação gráfica pelo software SolidWorks. Na terceira parte deste trabalho, apresenta-se o desenvolvimento e a prototipagem do pokayoke, com a sugestão da utilização do EVA (etileno-acetato de vinila) como matéria prima visando evitar qualquer tipo de dano à alavanca do freio de mão do veículo. Na quarta parte apresenta-se as considerações finais, onde pode-se observar os resultados referente aos objetivos específicos e geral, as metodologias utilizadas e suas contribuições para a elaboração do trabalho, causas apontadas e priorizadas, a solução apresentada e suas relações entre teoria e prática, dificuldades não pessoais ocorridas durante o estudo e desenvolvimento do trabalho e grau de contribuição no desenvolvimento profissional e acadêmico. Na quinta e última parte deste trabalho apresenta-se sugestões para trabalhos futuros que poderão ser realizados na empresa.

Palavras-chave: 1 – Empreendedorismo. 2 – PokaYoke. 3 – Prototipagem.

1. INTRODUÇÃO

Para Bessant e Tidd (2019) o empreendedorismo em processos de fabricação está relacionado diretamente à velocidade, impacto geral e direção do processo se tratando da disponibilidade dos recursos empregados como infraestrutura, suporte, insumos, mão de obra entre outros que afetam antes, durante ou posteriormente o processo de fabricação.

De acordo com Fracaro (2017) os processos de fabricação são um dos meios básicos para o profissional da manufatura, mas o profissional da área de projetos também deve ter experiência nesse tema, pois é no projeto que se inicia a definição dos custos de produção. Entretanto, nesse campo, o estudante bem como o profissional dessas áreas está diante de uma vasta gama de informações.

A engenharia é um campo fértil de aplicação de sistemas, pois trata da aplicação de conhecimentos científicos e empíricos à construção e a operação de engenhos, artefatos, dispositivos e instalações destinados a beneficiar o homem nas suas necessidades básicas de moradia, transporte, comunicação, energia, materiais e saúde (PERLINGEIRO, 2005).

De acordo com Pansonato (2020) *Pokayokes* são utilizados para produtos e serviços, em uma linha de produção, e ele é utilizado para evitar erros, principalmente no início do processo, garantindo que o processo se mantenha estável do início ao fim. Um caso típico de aplicação de *pokayoke* de produto se refere aos diversos tipos de entradas para plugs de um notebook, por exemplo, entrada USB, HDMI, cartão SD entre outros (PANSONATO, 2020).

Este trabalho é uma pesquisa de campo na linha de produção de uma montadora automotiva, no tacto 098E, local onde é realizada a montagem dos periféricos no console central dos veículos. O objetivo é elaborar uma proposta de *pokayoke* no final da etapa de montagem do console central para identificar carros que estejam com a alavanca do freio de mão puxado.

Atualmente está sendo evidenciado lapsos nos sensores de rolagem da esteira GF03 para a esteira 04 e 05, essa irregularidade é gerada devido ao esquecimento da alavanca do freio de mão puxada nos veículos no setor tacto 098E, etapa onde o operador realiza a montagem do console central e manopla do câmbio do veículo, sendo este o problema objeto de estudo.

Visto que, com a alavanca do freio de mão puxada as rodas traseiras permanecem travadas, por esse motivo o veículo cria uma resistência indevida na movimentação durante a troca de esteiras, provocando imprecisões de leitura nos sensores, isso causa impacto em toda a linha produtiva, pois resulta em uma parada não programada sendo necessária a reinicialização de todo o sistema de esteiras, ação que demanda em torno de 7 a 10 minutos, cerca de 600 segundos para a realização e normalização do fluxo produtivo. Considerando a produtividade atual de um automóvel a cada 83 segundos, o efeito negativo dessa situação é a perda de aproximadamente 8 veículos por semana, considerando 2 paradas. Através da ferramenta

DMAIC, na etapa Define (definir) define-se a não conformidade encontrada, sendo ela a parada de linha em decorrência dos veículos com freio de mão puxado.

Para melhor compreensão foi realizado o mapeamento do processo através da utilização da ferramenta SIPOC, identificando o fornecedor, as entradas, o processo, as saídas e os clientes. A figura 1 mostra a utilização da ferramenta SIPOC.

FIGURA 1 – UTILIZAÇÃO DA FERRAMENTA SIPOC

S	I	P	O	C
Supplier	Input	Process	Output	Customer
Fornecedores	Entradas	Processo	Saídas	Clientes
Bay off do tacto 115	Descida para plataforma 124 direita e esquerda	Transferência do carro entre esteiras GF03 para 04 e ou 05	Esteiras 04 e 05	Linhas de Inspeção final (definir tacto)

Fonte: Autores (2022).

Como cliente interno tem-se o posto de trabalho subsequente que é a linha de inspeção final alimentada pelas esteiras 04 e 05.

1.2 OBJETIVOS

Este trabalho é composto por um objetivo geral e três específicos.

1.2.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de *Pokayoke* para implantação no final do braço 4 para identificar carros que estejam com o freio de mão puxado.

1.2.2 Objetivos específicos

- identificar as causas do problema.
- buscar alternativas de solução para as causas priorizadas.
- elaborar um plano de ação para as causas priorizadas.

1.3 METODOLOGIA

A metodologia apresentada consiste na fundamentação dos conceitos dos métodos e das ferramentas utilizadas para pesquisa e desenvolvimento deste trabalho.

1.4.1 Pesquisa de Campo

Para Marconi e Lakatos (2010) a pesquisa de campo tem como objetivo conseguir informação acerca de um problema no qual se deseja uma resposta. Consiste na observação espontânea de fatos, sendo assim mais que uma coleta de dados pois tem os seus objetivos preestabelecidos mensurando os dados coletados.

Como aponta Pádua (2007) o objetivo da pesquisa de campo é auxiliar na compreensão da realidade dos fatos por meio do conhecimento que possibilite compreender o contexto inserido à atividade, priorizando a coleta de dados utilizada por meio de buscas, indagação e a investigação. A autora complementa que o termo pesquisa de campo serve para designar o local onde ela se desenvolve, a partir de sua característica básica, que é o controle de variáveis com base no referencial teórico de cada área do conhecimento.

Neste trabalho a pesquisa de campo ocorreu no dia 16 de setembro e 24 de outubro de 2022, dias em que foram realizadas as visitas na linha de produção da montadora. As dúvidas foram sanadas e explicações realizadas pelo gestor de unidade montagem final, o objetivo da visita foi visualizar o processo produtivo para poder compreender a natureza do problema originado no processo realizado no tacto 098E.

1.4.2 Pesquisa Bibliográfica

Para Koche (2015) a pesquisa bibliográfica é utilizada para descrever um problema ou explicá-lo, utilizando das teorias encontradas em artigos e livros. O pesquisador faz um levantamento das informações, analisa o material encontrado e utiliza como auxílio para compreender ou solucionar problemas.

De acordo com Gil (2010) a importância desse tipo de pesquisa está relacionada em permitir ao investigador acesso ao conhecimento amplo sobre diversos assuntos e situações, muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

Neste trabalho, a pesquisa bibliográfica foi realizada por meio de acesso a livros e artigos científicos que permitiram compreender os conceitos aqui abordados.

1.4.3 Pesquisa Documental

Mascarenhas (2012) estabelece que a pesquisa documental visa investigar e analisar informações documentadas, como relatórios, publicações de órgãos públicos e privados, indicadores e estatísticas. Dessa maneira, elas ainda são fontes primárias pois não passaram por estudo de um pesquisador.

Para Keegan (2005) a pesquisa documental possibilita uma vasta quantidade de informações documentais disponíveis, porém gera um desafio em encontrar as informações exatas e necessárias em que se deseja, devendo-se ter atenção para a coleta, análise e organização dos dados.

Neste trabalho, a pesquisa documental foi realizada por meio de acesso aos relatórios de ocorrências da linha de produção fornecidos pelo gestor de unidade montagem final.

1.4.4 Pesquisa de *Internet*

A pesquisa de *internet* de acordo com Martino (2018) tem como principal objetivo oferecer auxílio no recurso para pesquisas sobre tópicos atuais que seriam difíceis ou impossíveis de encontrar em bibliotecas físicas, porém de extrema importância a verificação de suas fontes.

Pesquisa de *internet*, segundo Casarin (2012) é um tipo de pesquisa onde pode-se jogar as palavras-chave em um site de buscas como por exemplo o Google e suas extensões, onde o pesquisador deverá ser responsável por filtrar as informações encontradas checando suas fontes e conteúdo. Uma das extensões do Google, seria o Google Acadêmico, onde o pesquisador pode ter resultados relevantes e satisfatórios de pesquisa científica.

Neste trabalho a pesquisa de *internet* foi utilizada para obter informações institucionais da empresa, histórico e desenvolvimento da organização, acesso a artigos científicos e livros virtuais.

1.4.5 Entrevista Informal

De acordo com Gil (2010) a entrevista informal é um modelo menos estruturado e mais flexível de entrevista. Tem como objetivo principal a coleta de dados e uma ampla visão sobre o problema pesquisado, através de uma simples conversação com o entrevistado.

Entrevista informal, segundo Diehl (2007) é utilizada em uma etapa preliminar, para que o pesquisador possa fazer perguntas de forma aberta e receber respostas em uma conversação informal. A ideia é explorar ao máximo cada questão.

Neste trabalho, a entrevista informal foi realizada presencialmente em duas datas, primeiramente no dia 16 de setembro e posteriormente no dia 24 de outubro de 2022 junto ao gestor da unidade de montagem final.

1.4.6 *Brainstorming*

Segundo Osborn (1987) *brainstorming* é uma técnica utilizada com o intuito de criar o maior número de ideias possíveis sobre um determinado assunto ou tema. Consiste em reunir um

grupo de pessoas para criar uma tempestade de sugestões e ideias que, preferencialmente sejam de áreas e experiências distintas.

Chiavenato (2014) define o *brainstorming* como uma técnica que apresenta soluções para determinadas situações. É também muito utilizada para fomentar ideias criativas que possam ajudar a resolver problemas dentro das organizações. Neste trabalho, o *brainstorming* foi realizado pela equipe com o objetivo de identificar as causas do problema da empresa.

1.4.7 SIPOC

Segundo Santos e Camargo (2019) SIPOC é uma sigla formada pelas cinco partes dessa ferramenta: *supplier* (fornecedores), *input* (entradas), *process* (processo), *output* (saídas) e *customer* (clientes). A ferramenta busca melhorar o entendimento dos processos, definindo suas partes principais. Quando não se entende a fundo o processo, torna-se impossível gerenciá-los.

Para Romeiro *et. Al.* (2017), o método SIPOC é uma ferramenta para identificação dos elementos relevantes para a melhoria do processo e suas não conformidades. O método através das especificações de cada etapa e fluxo do processo traz uma visão clara e abrangente criando a possibilidade de implementação de diversas melhorias e consequentemente atingindo um nível de qualidade superior.

Neste trabalho, o SIPOC foi utilizado pela equipe com o objetivo de mapear os processos (entradas e saídas) para esclarecer as etapas definindo e formalizando fatores que impactam na realização do trabalho. A figura 2 apresenta a ferramenta SIPOC.

FIGURA 2 – FERRAMENTA SIPOC



Fonte: Romeiro *et. Al.* (2017).

1.4.8 DMAIC

Para Lima (2015) o ciclo DMAIC é uma versão mais detalhada do ciclo PDCA (*Plan-Do-Check-Act* ou planejar, executar, checar e agir) de Deming. Ela enfatiza o método científico, especialmente o teste de hipótese sobre o relacionamento entre as entradas e as saídas do

processo, usando métodos de delineamento de experimento. A abordagem padrão para os projetos Seis Sigma é a metodologia DMAIC desenvolvida pela *General Electric*.

De acordo com Braitt e Fettermann (2014), o modelo DMAIC surgiu e se desenvolveu sobre a ótica da Engenharia de Qualidade e suas áreas como controle estatístico da qualidade, gestão da qualidade total, e controle da qualidade. O modelo DMAIC é composto das seguintes etapas:

a) *Define* (Definir) – Identificar os processos críticos responsáveis pela geração de maus resultados;

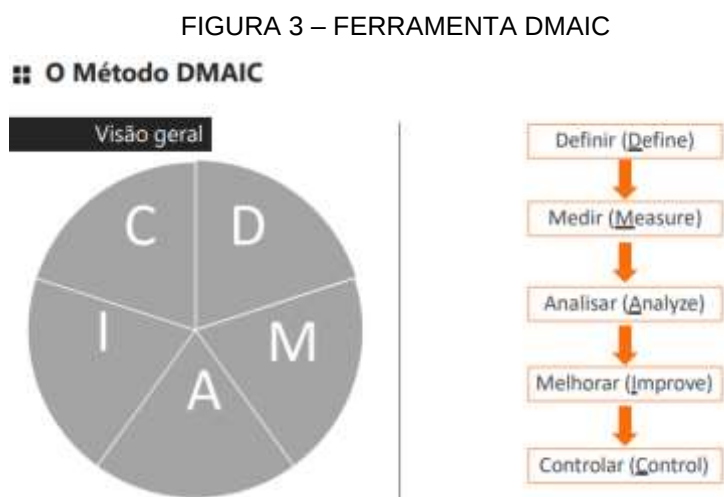
b) *Measure* (Medir) – Através da focalização do problema desenvolver o levantamento de dados históricos e análise do sistema de medição para validar e quantificar o problema;

c) *Analyze* (Analisar) – Identificar as variáveis que afetam o processo, sendo necessário encontrar as causas-raízes do problema;

d) *Improve* (Melhorar) – Determinar a forma de intervenção para diminuir ou sanar o problema encontrado garantindo a melhoria no processo e prevenir futuras ocorrências.

e) *Control* (Controlar) – Nesta etapa de controle é confirmada a implementação da melhoria, resolução do problema, validação dos benefícios alcançados e alterações necessárias.

Neste trabalho, o DMAIC foi realizado pela equipe com o intuito de melhorar o processo e proporcionar uma visão mais ampla e detalhada, garantindo um melhor controle sobre o processo estudado. A figura 3 apresenta a ferramenta DMAIC.



Fonte: Escola de Negócios Grupo Voitto (2022).

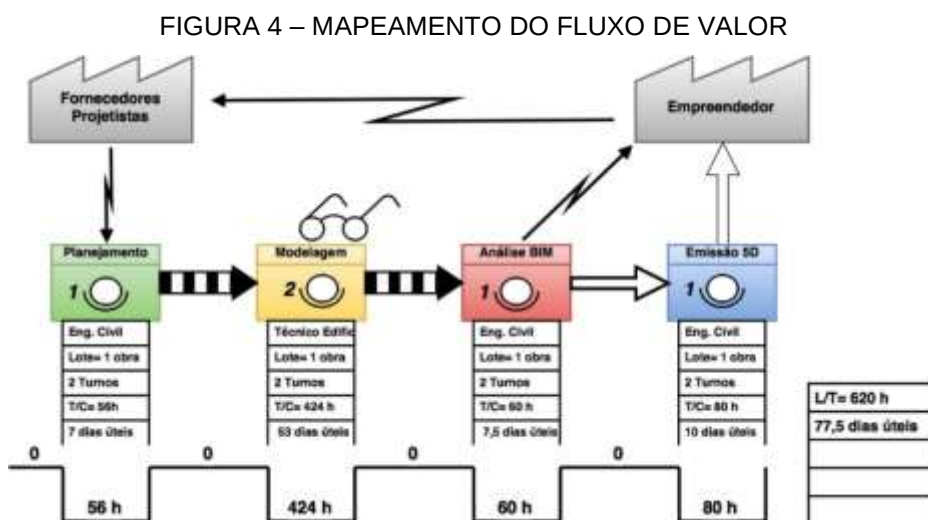
1.4.9 Mapeamento do Fluxo de Valor

De acordo com Ferro (2003) o mapeamento do Fluxo de Valor é uma ferramenta fundamental capaz de avaliar o processo de agregação de valor horizontal examinando departamentos ou funções e enfatizar suas atividades, ações e suas conexões no sentido de criar valor e fazê-lo fluir, desde os fornecedores até seus clientes finais com o objetivo de melhorar o

desempenho e resultado financeiro da organização. A definição e implementação é de responsabilidade da alta administração por obter pleno conhecimento dos processos em estado atual e a qual deseja alcançar.

Para Queiroz *et. Al.* (2004) o mapeamento do fluxo de valor tem como objetivo principal o fluxo de valor enxuto da matéria prima ao produto acabado, levando em consideração todo o processo e não de maneira individual para a melhoria de todas as partes do processo. O mapeamento compreende o fluxo de material e fluxo do processo sendo facilmente explicado como a trilha da produção de produtos ou serviços etapa por etapa de sua execução. O autor ainda destaca a sobre o envolvimento de muitas pessoas em seu desenvolvimento e que todos compreendam sobre o fluxo de valores, mas que em sua implementação seja liderado por uma única pessoa de nível estratégico para melhor compreensão do todo.

Neste trabalho foi utilizado o fluxo de valor para facilitar a visualização do processo de tal forma que ele possa ser analisado o que agrega e não agrega valor ao processo. A figura 4 mostra um modelo de fluxo de valor.



Fonte: Dantas; Barros; Angelim (2017).

1.4.10 Ferramenta 5W2H

Ferramenta 5W2H Custodio (2015) fala que a ferramenta 5W2H consiste em um plano de ação organizado e simples, que encaminha a solução dos problemas, ordenando de forma prática à tomada de ações para sanar a limitação identificada, mapeando os elementos onde ficará estabelecido o que será feito. Conforme Barros e Bonafini (2014), ela é considerada uma das ferramentas mais utilizadas para o planejamento de ações corretivas de processos com problemas. Este plano de ação viabiliza a execução das ações planejadas, facilitando sua implementação de forma organizada. Cada ação deve ser enquadrada conforme a especificação desta ferramenta.

Neste trabalho, o 5W2H foi utilizado para desenvolver um plano de ação de maneira rápida e eficiente. A figura 5 mostra um modelo de 5W2H.

FIGURA 5 – FERRAMENTA 5W2H

O quê?	Como?	Quem?	Quando?		Onde?	Por quê?	Quanto?
			Início	Fim			
Reduzir o consumo de energia	Diminuindo os consumos desnecessários, desligando a iluminação e o ar condicionado quando não estiver no ambiente	Todos	5/10/2014	31/12/2014	Na empresa inteira	Os custos do consumo de energia causam impacto no custo do produto	Redução de 12% no custo da energia

Fonte: Custódio (2015).

1.4.11 Diagrama de Árvore

De acordo com Mello (2011) o diagrama de árvore possui este nome por seu formato lembrar um tronco de árvore e seus galhos, a principal função é permitir identificar os macros objetivos e os meios necessários para atingi-los. O diagrama de árvore revela um mapeamento detalhado de tudo que é necessário para atingir um objetivo com fácil visualização e definição de estratégias e atribuição de responsabilidades.

Para Lelis (2018) o diagrama apresenta semelhança em seu modelo a uma árvore onde seu objetivo principal se estabelece no tronco, os meios utilizados para chegar no objetivo são representados pelos galhos. Deve ser construído por pessoas chaves e de diferentes setores para ampliar a visão em alcançar os objetivos e seus meios para atingi-los.

Neste trabalho, o diagrama de árvore foi utilizado para visualizar a estrutura do problema e auxiliar na tomada de decisão. A figura 6 mostra um modelo de diagrama de árvore.

FIGURA 6 – DIAGRAMA DE ÁRVORE



Fonte: Lelis (2018).

1.5 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nesta etapa são apresentados os principais temas que estão relacionados ao problema e as causas.

1.5.1 Empreendedorismo

Segundo Fabrete (2019) empreendedorismo é derivado da palavra francesa *entrepreneur*, e representa aquele que inicia algo novo e arca com seus riscos. Trata-se do envolvimento de pessoas e processos, que unidos, direcionam energia para a transformação de ideias em oportunidades.

De acordo com Leite (2012) não é apenas com espírito empreendedor, intuição e muita vontade de trabalhar que se faz o sucesso de uma empresa. Além de ter coragem para se arriscar, muitas vezes em um setor produtivo ainda não explorado, o empreendedor/criador de empresa de base tecnológica via incubadora precisa levar muito a sério a gestão de seu negócio. O mercado invariavelmente aniquila os amadores.

Dornelas (2008) define o início do movimento do empreendedorismo no Brasil por volta da década de 1990, quando entidades como Sebrae (Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresa) e Softex (Sociedade Brasileira para Exportação de Software) foram criadas. Antes disso, praticamente não se falava em empreendedorismo e em criação de pequenas empresas.

Para Bessant e Tidd (2019), qualquer organização pode ter sorte uma vez, mas mantê-la por um século ou mais sugere que existe algo mais que apenas sorte. O mesmo acontece com indivíduos: “empreendedorismo em série” podem fundar vários negócios e o que trazem à mesa é um entendimento acumulado sobre como fazer isso melhor.

1.5.1.1 Empreendedorismo em Desenvolvimento de Produtos e Serviços

De acordo com Bessant e Tidd (2019) define um modelo de processo de inovação e empreendedorismo para o desenvolvimento de produtos e serviços como uma ampla sequência de atividades, deve-se conter uma estrutura de análise básica e dividindo o processo em quatro etapas principais iniciando com o reconhecimento de oportunidade, encontrar os recursos, desenvolver e melhorar a ideia e por último capturar seu valor.

587

De acordo com Fiorin *et. al.* (2010) o empreendedorismo tem grande importância e relevância relacionadas ao crescimento da empresa e seus processos de fabricação como uma ação organizacional de aplicação de novos valores trazendo vantagens econômicas, o empreendedor deve escolher o melhor conjunto de opções entre recursos e oportunidades visando sempre os melhores resultados.

1.5.1.2 Empreendedorismo e a Engenharia de Produção

Para Delgado *et. al.* (2018) o empreendedorismo e a engenharia de produção estão envolvidos na arte de inovação, colocando em prática habilidades, competências e conhecimentos buscando ideias e soluções inovadoras ao mercado, além disso outro ponto do empreendedorismo relacionado a engenharia de produção está direcionado em gerir e prolongar seus trabalhos, projetos e negócios mantendo sustentáveis e prolongando seu ciclo financeiro.

Para Santos (2020) a engenharia de produção é uma excelente matéria prima para o empreendedorismo sendo vistos como facilitadores e integradores trazendo o conhecimento do mundo acadêmico para a aplicação no mundo real buscando atender as necessidades e desafios cotidianos com competências e habilidades que tragam inovações visando baixos custos, agilidade nos processos e ganho nos resultados.

1.5.2 Engenharia de Produtos e Serviços

Contador (2010) menciona que o produto deve ser projetado sob as luzes da Engenharia do valor, a qual focaliza o estudo do produto em termos de suas funções e não de peças ou componentes. E a equipe de projeto deve ser estruturada segundo o conceito da Concurrent Engineering, pelo qual, especialista de vários ramos trabalham simultaneamente com os projetistas, analisando o desempenho do projeto, a facilidade de fabricação e de manutenção, seu custo e sua qualidade.

De acordo com Meireles *et. al.* (2005) a importância da engenharia de produtos e serviços é indispensável como vantagem competitiva, ao qual reside seus valores no produto ou serviço

prestado destinado ao mercado, desta forma o conjunto de todas as atividades e recursos tais como pessoas, materiais, equipamentos, insumos e entre outros devem ser planejados antecipadamente para que se atinja o objetivo esperado de produção e níveis de qualidade estimados.

Para Souza (2009) a definição do objetivo de projetar produtos e serviços é satisfazer as necessidades desejadas dos consumidores, isto, por sua vez, melhora a competitividade da organização. Pode-se observar, portanto, que o projeto de produtos e serviços tem seu início com o consumidor, e nele termina posteriormente. Primeiramente, o setor de marketing reúne informações de clientes e em alguns casos de até não clientes com a finalidade de compreender e identificar as expectativas e procurar oportunidades no mercado.

588

1.5.3 Pokayoke

Segundo Pansonato (2020) *pokayoke* refere-se a um dispositivo à prova de erro, é uma verificação de erros através de dispositivos simples, porém muito eficazes, tornando quase impossível que o operador cometa erros. Na sua tradução direta *poka* significa inadvertido e *yoke* significa prevenção.

Para Nicola (2008) os erros de tarefa estão relacionados à execução do trabalho propriamente dito, acontecem quando esta não é executada corretamente. A fim de evitar estes erros pode-se aplicar *pokayoke* de controle como, por exemplo, lista de verificação das tarefas, realizando-se checagem sucessiva da sequência de tarefas onde cada etapa confere o resultado da etapa anterior liberando o prosseguimento.

De acordo com Martha (2017) existem muitas aplicações para ilustrar o que é o *pokayoke* na prática, desde implementações nos processos industriais bastante simples como mais complexos. Entre os exemplos de uso de *pokayoke* está o funcionamento da tomada de três pinos, onde não existe a possibilidade de invertê-la para utilizá-la, o que não permite ao usuário se machucar ou causar danos ao seu aparelho elétrico.

Para Gris (2015) os sistemas utilizados como dispositivos *pokayoke* muitas vezes levam a um alto custo ou aumento da complexidade do sistema, por isso esta solução só deveria ser usada para problemas mais simples de resolver, já que uma implementação em larga escala aumenta a dificuldade no processo e iria contra os próprios princípios do *pokayoke*, que objetiva reduzir erros da maneira mais econômica.

1.5.3.1 Pokayoke de Produto

Para Pansonato (2020) o *pokayoke* de produto está remetido à prevenção da fabricação de produtos defeituosos. Propriedades como cor, tamanho e forma podem ser detectados e em caso de defeito, uma ação deve ser tomada de forma imediata.

De acordo com Novacki (2014) o *Pokayoke* de produto também está ligado ao processo devido ao comportamento do usuário em relação ao cumprimento estabelecido para evitar falhas nos produtos finais. Seu principal objetivo está relacionado a conformidade do produto se atentando a suas características tais como cor, formato, dimensões e entre outras especificações garantindo assim a qualidade de seus produtos entregues aos seus consumidores.

589

1.5.3.2 Pokayoke de Processo

Pansonato (2020) define o *pokayoke* de processo como uma forma eficaz e efetiva é destinada ao controle das características de processo tais como controladores de temperatura e posição, sensores de presença entre outros.

De acordo com Lima et. al. (2019) o *Pokayoke* de processos de fabricação é uma ferramenta de melhoria contínua que busca a detecção de erros que possam ocorrer assumindo papel como técnica de controle de qualidade e ou uma filosofia de qualidade. Se implementado de forma correta, esta ferramenta auxilia em redução de custos oriundos de falhas humanas e de processos, deve se atentar que o verdadeiro *Pokayoke* é simples, óbvio, prático e principalmente barato.

1.5.4 Prototipagem

Segundo Ahrens et al. (2006), protótipo de um produto ou componente é parte essencial no seu processo de desenvolvimento porque possibilita que a análise de sua forma e funcionalidade seja feita numa fase anterior à produção de ferramental definitivo. Os autores enfatizam a definição de prototipagem rápida como um processo de fabricação através da adição de material em forma de camadas planas e sucessivas, que permite fabricar componentes, protótipos ou modelos físicos, em três dimensões com informações obtidas diretamente de um modelo geométrico gerado no sistema, de forma rápida, automatizada e totalmente flexível.

Para Silva (2013), os protótipos podem ser virtuais ou físicos, dependendo da necessidade de aplicação, e a utilização no processo de desenvolvimento de produto se faz necessário pois traz maturidade ao projeto, reduz as incertezas e auxilia na conservação do fluxo de informação durante todo o processo de desenvolvimento. O autor segue mencionando que os protótipos também são utilizados no projeto do processo de fabricação, seja para simulação de um processo ou para o desenvolvimento de meios auxiliares para a produção do produto.

1.5.5 Linha de Produção

Segundo Oliveira (2008) no contexto da Gestão da Produção, uma das técnicas aplicadas para esse fim é o balanceamento da linha de produção que busca otimizar e sincronizar os recursos necessários para o processamento de um produto ou serviço, de forma a atender a demanda nas quantidades e datas previstas. A produção em excesso por causar um gargalo na linha, excesso de estoque e aumento de custo.

De acordo com Bastos (2012) a importância da produtividade e balanceamento da linha de produção de qualquer linha é tão grande, pois com este conceito pode-se reduzir drasticamente os desperdícios, gargalos e aumentar a produtividade. Muitas vezes a linha de produção pode estar com o tempo de montagem muito longo, devido às células de montagem não conseguirem efetuar as montagens em sincronismo, pois enquanto uma célula não libera o produto anterior a outra fica parada.

1.5.6 Gestão por Processos

Segundo Neumann (2013) o objetivo da gestão por processos é a redução de custos, aumento da qualidade e inovação dos seus produtos por mais completos que eles sejam, havendo sempre a necessidade de entendimento e utilização da gestão por processos pelas empresas, induzindo uma cultura inovadora e criativa que transmita aos gestores como analisar, inovar e valorizar suas rotinas de trabalho. Neumann (2013) diz que os gestores devem analisar seus processos críticos através da estratégia definida pela organização e administrá-los com o princípio focado no sistema de fluxo e mapeamento, iniciando dos processos e chegando até o nível em que possa ser identificado oportunidades de melhorias e inovação.

Neumann (2013) ainda complementa afirmando que os passos para o planejamento da gestão por processos são:

- A. Apontar os processos chave da organização;
- B. Determinar metas e objetivos a serem cumpridos;
- C. Elaborar um planejamento de trabalho que contenha os objetivos e recursos necessários, produtos, prazos de entrega e equipe de trabalho;

1.5.7 Gestão de Produtos e Processos

De acordo com Corrêa e Corrêa (2017) a gestão de produtos e processos ocupa-se do gerenciamento estratégico dos recursos presentes na organização dos processos que produz e entrega, visando bem atender as necessidades e pedidos dos clientes com qualidade, tempo e

custos atendidos, a gestão de processo se faz necessário para assegurar que os processos continuem dentro do padrão estabelecido.

Para Meireles (2005) a importância na gestão de produtos e processos está na medida em que produtos e serviços atendem a necessidades humanas seja qual for a natureza delas, pode-se afirmar, numa primeira abordagem, que a função produção tem por objetivo a produção de produtos e serviços que atendem a necessidades humanas seja qual for a natureza delas.

1.5.8 Processos

De acordo com Maximiano (2010) todo sistema é dinâmico e tem processos que interligam os componentes e transformam os elementos de entrada em resultados, cada tipo de sistemas tem um processo e dinâmica e todas as organizações usam pessoas, dinheiro, matérias e informações, mas são diferentes as tecnologias, normas, regulamentos, cultura, produtos e serviços que cada um produz, o que define a natureza do sistema é o processo

Para Martins (2001) processos são um conjunto de atividades que não necessariamente pertence a uma só área funcional, a melhor forma de analisar e fazer melhorias é por grupos de trabalho multifuncionais com seus representantes. Os processos são divididos em dois grupos: o operacional e o gerencial de suporte.

1.5.9 Engenharia de Processo

De acordo com Ribeiro et. al. (2003) um processo tem que ser pensado para ser ambientalmente responsável quando em operação. Idealmente, deve limitar o uso de materiais tóxicos, minimizar o consumo de energia, evitar ou inimizar a geração de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos e, assegurar que qualquer resíduo eventualmente produzido poderá ser reaproveitado na economia.

Para Giordan (2016) a coleta e análise de dados relacionados a oportunidade de se lançar um novo produto no mercado é fundamental no processo de inovação. O processo de coleta e entendimento das tolerâncias de mudança é chamado de prospecção essa fase busca identificar oportunidade e ameaças, além de monitorar o ambiente competitivo e regulatório, com o objetivo de criar uma inteligência que oriente a geração de novos projetos e inovação.

1.5.10 Economia

Para Viceconti e Neves (2014), a economia é a ciência social que estuda a produção, a circulação e o consumo dos bens e serviços que são utilizados para satisfazer as necessidades

humanas. A Economia não é uma ciência exata cujas leis ou proposições sejam passíveis de verificação ou de experimentos em laboratórios.

De acordo com Viceconti e Neves (2014) as unidades produtivas, como próprio nome indica, são as unidades produtivas de bens e serviços. Numa economia de mercado, tal produção é efetuada por pessoas jurídicas denominadas empresas, utilizando os fatores de produção (recursos naturais, trabalho e capital) que são cedidos a elas pelos proprietários dos mesmos em troca de uma remuneração, que é denominada renda.

De acordo com Souza (2009) o crescimento econômico – que nada mais é do que o crescimento do PIB – é uma meta obsessivamente perseguida por políticos e economista do mundo todo. A lógica é simples: quanto mais a produção crescer, mais empregos serão criados mais renda circulará e mais o padrão de vida da população se elevará.

Segundo Mendes (2009) os recursos econômicos (naturais, humanos e capital) e as técnicas de produção estão presentes em todas as atividades de produção, embora variem em intensidade. Isso quer dizer que à proporção que cada um desses fatores e técnicas contribui na produção varia de setor para setor – há atividades intensivas no fator terra, assim como há aqueles que são intensivas no fator trabalho e as que são no fator capital, além das que utilizam intensivamente a tecnologia.

Para Parkin (2009) quando existem ações de acordo com suas decisões econômicas, cria-se uma rede de convívio com pessoas que produzem e entregam os bens e serviços que você decide comprar ou que comprem as coisas que você vende. Essas pessoas tomaram suas próprias decisões, o que e como produzir, quem contratar ou quem trabalhar e assim por diante.

2. DESENVOLVIMENTO

Nesta etapa do trabalho são apresentadas a justificativa do trabalho e identificadas as causas do problema com auxílio do diagrama de árvore.

2.1 JUSTIFICATIVA

Utilizando a etapa *Measure* (Medir) da ferramenta DMAIC, foram analisadas e mensuradas informações decorrentes da visita de campo e entrevista informal ocorrida no dia 16 de setembro de 2022, conforme explicado pelo gestor da unidade de montagem final. Durante o processo de montagem das portas do carro, ocorrem de maneira esporádica falhas no sensor da esteira de rolagem dos carros onde ocorre a transferência dos veículos da esteira GF03 para as esteiras 04 e 05, ocasionado pela alavanca do freio de mão levantada do carro. Sendo que o freio

de mão deveria ser baixado no tacto 098E, após o operador da área realizar a montagem do console central do carro.

Como os veículos são transportados de modo elevado até a montagem das portas no tacto 124D e 124E, o problema ocorre ao encostar na esteira onde começará a montagem das portas, as rodas devem estar livres para serem puxadas pela esteira.

Porém, o travamento da esteira devido ao freio de mão puxado indevidamente, acarreta uma média de perda 5 minutos por parada, o que ocorre em média duas vezes na semana, ou seja, aproximadamente 10 minutos da operação é perdido no decorrer da semana.

Considerando que atualmente a cada 83 segundos é produzido um automóvel, o efeito negativo dessa situação é a perda de produção de aproximadamente 8 veículos por semana.

Em um turno são produzidos cerca de 320 veículos, desta maneira em um mês são fabricados aproximadamente 6.720 veículos e deixados de fabricar em torno de 32 veículos no mesmo período, o que corresponde a 0,48% de perda mensal.

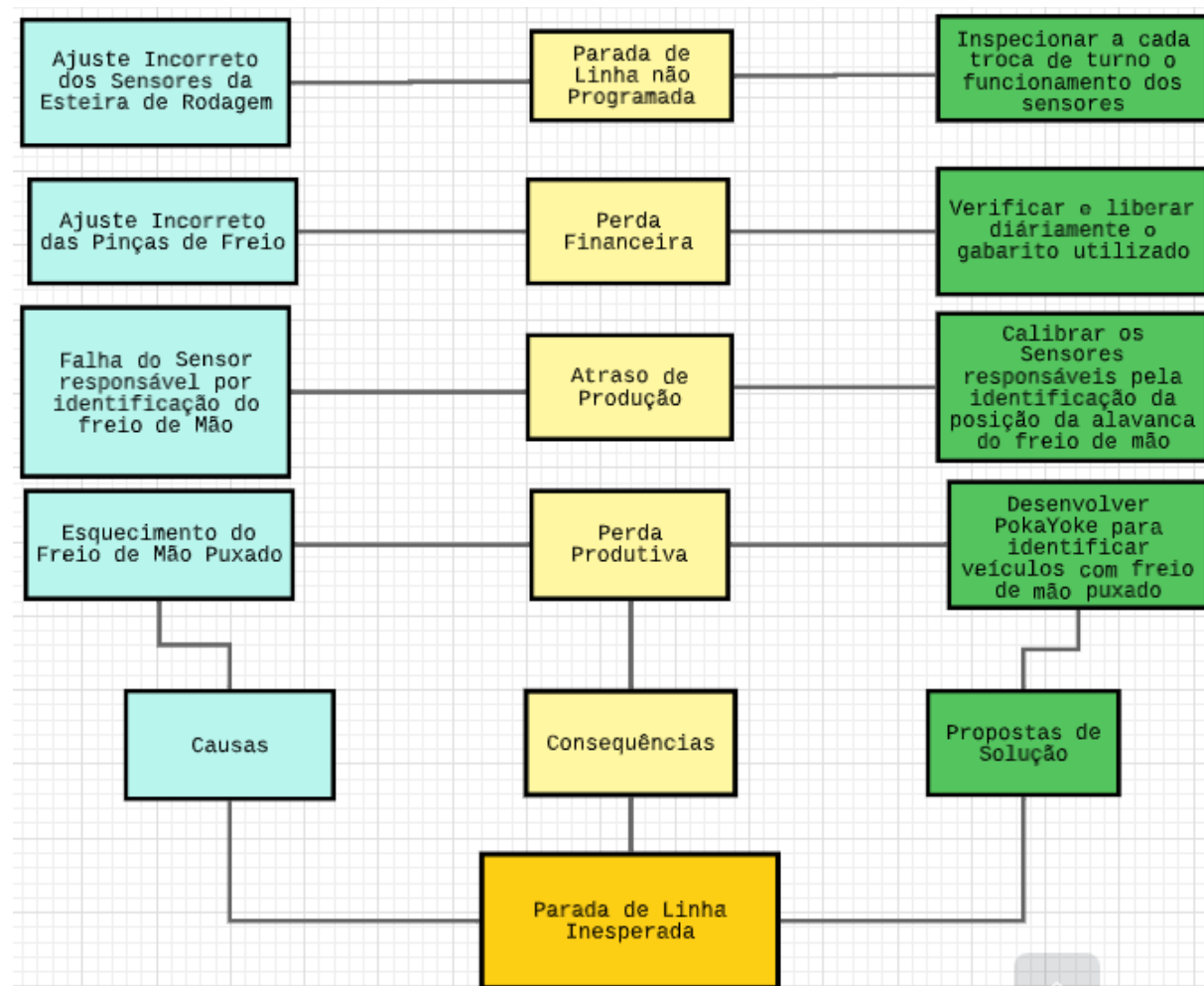
A ocorrência da falha na esteira, devido ao acionamento do freio de mão, acarreta diretamente no comprometimento da produção diária impossibilitando que as metas planejadas sejam atingidas.

Justifica-se a realização do presente estudo, pois, visando minimizar o problema este trabalho tem como objetivo criar um sistema *Pokayoke*, desta forma minimizando as consequências causadas pela alavanca de freio de mão puxada, como perda de produtividade e tempo excessivo para reiniciar a linha de rodagem ocasionado pelo erro de leitura dos sensores da plataforma de rodagem.

2.2 CAUSAS DO PROBLEMA

Para identificar as causas relacionadas ao problema foi utilizada a terceira etapa do DMAIC, *Analyze* (analisar), utilizando o diagrama de árvore para apontar quais são as prováveis causas e consequências relacionados ao problema identificado. A figura 7 apresenta o diagrama de árvore.

FIGURA 7 – DIAGRAMA DE ÁRVORE: PROBLEMA, CAUSAS, CONSEQUÊNCIAS E SOLUÇÃO



Fonte: Autores (2022).

Com o uso do diagrama de árvore, foi apontado o problema principal seguido de suas possíveis causas e consequências, bem como as alternativas de solução para cada uma das causas identificadas, desta forma facilitando a visualização e entendimento.

Observando as causas apresentadas na figura 7, será desenvolvida soluções somente para duas causas as quais mais impactam no problema, bem como apresentam possibilidade de atuação que são: esquecimento do freio de mão puxado e; falha do sensor responsável por identificação do freio de mão. As quais são descritas a seguir:

Com relação a primeira causa que é o esquecimento do freio de mão puxado, ela ocorre quando o operador realiza a montagem dos componentes no posto de trabalho 098E onde é realizado a montagem do console central.

O operador precisa levantar a alavanca do freio de mão para que o console central possa ser “vestido” através de um orifício que precisa ser encaixado, após o encaixe do console são acoplados o acabamento do câmbio e da alavanca do freio de mão, posteriormente, os parafusos que mantém essa peça fixada ao veículo. Na sequência para finalizar o operador deve abaixar a alavanca do freio de mão, porém, em alguns momentos, essa etapa é pulada quando o montador se deslocar para o veículo seguinte na linha de produção.

Quando não é realizada a desativação da alavanca do freio de mão, gera o travamento da linha de montagem causando impactos negativos na cadeia produtiva como um todo.

Enquanto a segunda causa priorizada é a falha do sensor responsável por identificação do freio de mão, trata-se de um recurso automatizado que resulta em ótimos resultados quando sua operação funciona de forma correta. A situação encontrada atualmente é influenciada pelos bancos do veículo que interferem na leitura do sensor, causando falhas na identificação da alavanca do freio de mão.

2.3 TROCANDO IDEIAS

Neste tópico são apresentadas as alternativas de solução para as 2 causas priorizadas, o plano de ação e os resultados.

2.3.1 Alternativas de solução

Para a causa de esquecimento do freio de mão puxado, a alternativa de solução foi obtida por meio do uso de material apresentado durante a disciplina de empreendedorismo, onde foi apresentado um fabricante de um produto similar de origem americana, (*Drop Stop*), utilizado para evitar quedas e perdas de objetos entre os espaços existentes entre os bancos frontais e o console central dos veículos.

Sugere-se o desenvolvimento de um *pokayoke* funcional, que é um dispositivo de operação manual e fácil manuseio, esse mecanismo deve ser encaixado na alavanca do freio de mão no momento em que o operador realiza a montagem dos componentes periféricos do console central.

O *pokayoke* deve possuir cor viva e intensa para que a atenção do operador seja chamada para esse dispositivo, lembrando que é necessário que o operador desative o freio de mão para seguir a próxima etapa. Porém, se ainda assim a alavanca for de alguma forma esquecida acionada por parte do operador o sensor responsável por detectar esse tipo de falha na linha de produção identificará o *pokayoke* de cor viva e intensa acoplado a alavanca do freio de mão e acionará alarme sonoro e visual antes do travamento da esteira de rodagem causando impactos em todo o processo produtivo.

A solução para a causa relacionada a falha do sensor responsável por identificação do freio de mão, foi obtida por meio de um entre os integrantes da equipe e o gestor de unidade da montagem final, durante a segunda visita na empresa no dia 24 outubro de 2022.

Recomenda-se que seja realizada a calibração e aferição dos sensores para a utilização em conjunto com o *pokayoke* funcional que nesse caso terá como objetivo aumentar a área

ocupada pela alavanca do freio, a fim de facilitar a leitura dos sensores e identificar a posição incorreta da alavanca do freio de mão.

2.3.2 PLANO DE AÇÃO

Dando continuidade na utilização da metodologia DMAIC na sua quarta etapa *Improve* (melhorar), abordando as causas principais para facilitar o entendimento e o acompanhamento das ações, o quadro 1 demonstra o 5W2H com o plano de ação.

596

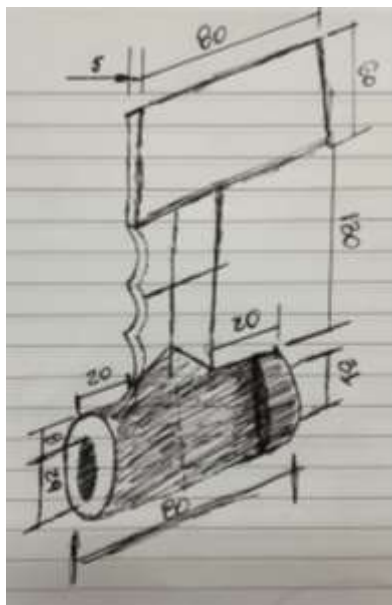
QUADRO 1 – PLANO DE AÇÃO 5W2H

	What?	Why?	Where?	When?		Who?	How?	How Much?
CAUSAS	O que será feito?	Por que Será feito?	Onde será Feito?	Quando será feito?		Por quem será feito?	Como que será feito?	Quanto Vai custar?
	Plano de Ação	Resultado Esperado	Local de Realização	Quando?	Duração em dias	Responsável	Como será feito?	Custos / Valores
Esquecimento do freio de Mão Puxado	Elaborar um Pokayoke Funcional	Para evitar que a alavanca do freio de mão fique levantada após a montagem do console central	Tacto 098E	10/11/2022	10 dias	Equipe do Projeto	Desenvolvendo o protótipo, testes e aprimoramento	R\$ 13,00 / Metro
	Testar o Pokayoke confeccionado	Para realizar os ajustes e correções, com relação a encaixe e funcionalidade	Tacto 098E	15/12/2022	5 dias	Gestor da Unidade de Montagem	Utilizando o Pokayoke no processo produtivo	R\$ Operacional
	Implementar a utilização do Pokayoke desenvolvido e testado	Para que o operador lembre de abaixar a alavanca do freio de mão após a montagem do console central	Tacto 098E	15/01/2023	Permanente	Gestor da Unidade de Montagem	Utilizando o Pokayoke no processo produtivo	R\$ 13,00 / Metro
Falha no Sensor responsável por identificação do freio de Mão	Calibrar os Sensores	Para que a leitura da posição do freio de mão seja realizada corretamente e evitar travamento da linha de produção	Tacto 1240 e 124E	15/01/2023	1 dia	Gestor da Unidade de Montagem	Calibrando os sensores de leitura do Status da posição da alavanca do freio de mão	R\$ Operacional

Fonte: Autores (2022).

No que se refere a solução para a causa esquecimento do freio de mão puxado, a primeira ação foi a elaboração do *Pokayoke* que ocorreu primeiramente em forma de croqui, quando a equipe de elaboração do presente estudo, desenvolveu e buscou formatos e dimensões que fossem favoráveis, no quesito anatomia e funcionalidade, para que o operador utilize uma ferramenta que se adapte à sua empunhadura e possua fácil encaixe na alavanca do freio de mão. A figura 8 apresenta o croqui desenvolvido pela equipe.

FIGURA 8 – CROQUI POKAYOKE



Fonte: Autores (2022).

Na sequência o desenho e formato evoluiu e foi prototipado no *software SolidWorks*, tendo as suas dimensões e características aperfeiçoadas proporcionando uma concepção mais interativa e rica em detalhes como pode ser visto no anexo A.

A figura 9 apresenta o projeto desenvolvido no *Solidworks* para a criação do *pokayoke* na forma de modelagem.

FIGURA 9 – MODELAGEM DO POKAYOKE



Fonte: Autores (2022).

O material sugerido para a fabricação do *pokayoke* é o EVA (Etileno Acetato de Vinila), a escolha desse material em específico se deu devido as suas características de maciez e flexibilidade, para que não cause riscos ou escoriações na alavanca do freio de mão.

A operação da utilização do *pokayoke* deve transcorrer no momento em que o colaborador está realizando a montagem dos componentes periféricos do console central e não deve onerar custos significativos adicionais de tempo.

Caso por desatenção o *pokayoke* seja desmemoriado, o sistema de verificação através de sensores e comparação por imagem já existente, certamente detectará a anomalia e suspenderá o processo até que a situação seja corrigida, mas sem causar irregularidades aos sensores responsáveis pelas esteiras de rodagem.

598

2.3.3 Resultados esperados

Com o uso do *pokayoke* elaborado, estima-se que aumente a percepção de forma visual dos operadores a respeito da posição da alavanca do freio de mão. Como resultado presume-se que ocorra a diminuição das ocorrências causadas pelo travamento das esteiras de rodagem no estágio de transição do veículo visto que, visto que o objeto confeccionado possui cor e formato que possam alertar os operadores da linha fazendo com que relembrem a importância de desacionamento da alavanca do freio de mão.

Redução de custos gerados pelas paradas inesperadas devido ao travamento da linha de produção ocasionada pela alavanca do freio de mão acionada.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo do desenvolvimento do trabalho, pode-se atingir os objetivos específicos de identificar as causas do problema, identificar na literatura conceitos que ajudem a compreender o problema e suas causas e elaborar um plano de ação para solucionar o problema atingindo o objetivo geral que é a proposta para desenvolvimento de *pokayoke* no final do braço para identificar carros que estejam com freio de mão puxado.

Através das metodologias aplicadas como empreendedorismo, pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental, entrevista informal, diagrama de Árvore, *Brainstorming* e 5W2H foi possível construir a elaboração do trabalho identificando as causas do problema e desenvolver propostas de solução para o problema apresentado.

Foram identificadas quatro causas sendo elas: Esquecimento do freio de mão puxado, Falha do sensor responsável por identificação do freio de mão, Ajuste incorreto das pinças de freio e Ajuste incorreto dos sensores da esteira de rodagem. As causas foram expostas através

do diagrama de árvore e a proposta de solução foi desenvolvida com abrangência nas duas primeiras causas, visto que nas demais não foi possível interferir devido ao processo da empresa ser extremamente fechado e controlado.

As propostas de solução apresentadas foram o desenvolvimento de um *pokayoke* funcional, que é um dispositivo de operação manual e fácil manuseio, esse mecanismo deve ser encaixado na alavanca do freio de mão no momento em que o operador realiza a montagem dos componentes periféricos do console central e a calibração e aferição dos sensores para a utilização em conjunto com o *pokayoke* funcional que nesse caso terá como objetivo aumentar a área ocupada pela alavanca do freio, afim de facilitar a leitura dos sensores e identificar a posição incorreta da alavanca do freio de mão.

O trabalho agregou conhecimento em novas áreas e novos processos dentro e fora da organização, além de contar com a prototipagem e o desenvolvimento de uma nova ferramenta, o *pokayoke*. Como dificuldades não pessoais ocorreu a falta de informações relacionadas as dimensões da alavanca do freio de mão para o desenvolvimento do *pokayoke* e não houve a possibilidade de aplicar e testar o *pokayoke* na linha de produção.

Como sugestão de trabalho futuro pode-se observar a oportunidade de aplicação de sensores de barra com temporizador na última etapa do *bayoff*, onde seria possível realizar a verificação da posição da alavanca do freio de mão de forma totalmente automatizada e autônoma, minimizando todas as possibilidades de erro que estão inerentes a inspeção de forma visual por parte do operador.

Finalizando a utilização da ferramenta DMAIC na sua última etapa *Control* (controlar), deve-se realizar efetivamente o plano de implementação verificando se o protótipo está sendo utilizado da maneira a qual foi projetado, se verdadeiramente está trazendo benefícios e se necessita de adaptações ou melhorias, comparando os resultados atuais, a respeito das paradas de linha indesejadas, com os resultados evidenciados antes da implementação do projeto, podendo ser comparado através de estudo de cartas de controle, para a comprovação da estabilidade do processo em relação das paradas de linha não programadas.

4. REFERÊNCIAS

AHRENS, H.C; FERREIRA, V.C; PETRUSH, G; CARVALHO, J; SANTOS, J.R.L; SILVA, J.V.L; VOLPATO, NERI. **Prototipagem rápida: tecnologias e aplicações**. São Paulo. Edgard Blücher, 2006.

BARROS, E.; BONAFINI, F. **Ferramentas da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2014.

BASTOS, B. C. **Aplicação de Lean Manufacturing em uma linha de produção de uma empresa do setor automotivo**. Universidade de Taubaté, São Paulo, 2012.

BESSANT, J; TIDD, J. **Inovação e empreendedorismo**. 3 ed. Porto Alegre. Editora Bookman: 2019.

BRAITT, B. A.; FETTERMANN, D. C. **Aplicação do método DMAIC para análise de problemas de produção: um estudo de caso**. Revista e-xacta, v. 7, n. 1, p. 125-138, 2014.

CASARIN, H. C. S. **Pesquisa científica: da teoria à prática**. Curitiba: Intersaberes, 2012.

CORRÊA, H. L; CORRÊA, C. A. **Administração de Produção e Operações: O essencial**. 3º Edição – São Paulo. Atlas, 2017.



CHIAVENATO, I. **Gestão da produção: uma abordagem introdutória**. 3.ed. Barueri, SP: Manole, 2014.

CONTADOR, J. C. **Gestão de Operações: A Engenharia de Produção a Serviço da modernização da empresa**. 3ª ed. Ed. - São Paulo, Edgard Blücher Ltda, 2010.

CUSTODIO, M. F. **Gestão da qualidade e produtividade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

DANTAS, J. B. P; BARROS, J. de P; ANGELIM, B. M. **Mapeamento do fluxo de valor de processo de construção virtual baseado em BIM, Ambiente Construído**. v. 17, p. 343-358, 2017.

DELGADO, V. V; RODRIGUES A. P. A; CASTRO C. C; JACOMASSI, I; BUENO, L. F. **Empreendedorismo e engenharia de produção: o perfil empreendedor do Alumni UNIFA**. Revista Intellectus: 2018.

DIEHL, A. A. **Pesquisa em ciências sociais aplicadas: métodos e técnicas**. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

DORNELAS, J. C. A. **Empreendedorismo Transformando idéias em negócios**. 3º edição. Ed. Elsevier Ltda, Rio de Janeiro, 2008.

FABRETE, T. C. L. **Empreendedorismo**. 2.ed. - Pearson Education do Brasil Ltda - São Paulo, 2019.

FERRO, J. R. **A essência da ferramenta" Mapeamento do Fluxo de Valor"**. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

FIORIN, Márcia M. B.; DE MELLO, Cristiane M.; MACHADO, Hilka V. **Empreendedorismo e Inovação: Análise dos índices de inovação dos empreendimentos brasileiros com base nos relatórios do GEM de 2006, 2007 e 2008**. Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria, v. 3, n. 3, p. 411-423, 2010.

FRACARO, J. **Fabricação pelo processo de usinagem e meios de controle**. Ed. Intersaberes Curitiba, 2017.

GIL, A. **Como Elaborar Projetos de Pesquisa**. 5. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

GIORDAN, J. R. **O Processo de gestão da inovação: desafios e oportunidades em uma empresa de eletrodomésticos**. Joinville, 2016.

GOZZI, M. P. **Gestão da qualidade em bens e serviços**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2015.

GRIS, R. C. **Sistema pokayoke para Controle de Torque na Montagem de Motores Elétricos**. Universidade Federal de Santa Catarina, SC 2015.

KEEGAN, W.J. **Marketing Global**. 7º ed. Pearson Education do Brasil Ltda - São Paulo, 2005.

KOCHE, J. C. **Fundamentos de metodologia científica**. 34º ed. Petrópolis, RJ, 2015.

LEITE, E. F. **O fenômeno do empreendedorismo**. 1.ed. São Paulo, Saraiva 2012.

LELIS, E. C. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2018.

LIMA, E. B. A. **Aplicação de Ferramentas da qualidade em processos administrativos**. Volta Redonda, 2015.

LIMA, V. Z; MIOLO, G. A; ANDREOLLI, N. A; BAGGIO, D. **Aplicação do método Pokayoke para redução de custos nos processos produtivos**. Revista Sociais & Humanas, 2019.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARTINO, L. M. S. **Métodos de Pesquisa em Comunicação: Projetos, ideias, práticas**. Rio de Janeiro: Vozes, 2018.

MARTINS, P. G; **Administração de materiais e recursos patrimoniais**. 1 ed. São Paulo: saraiva, 2001.

MARTHA, T. H. F; SANTOS, V. C. C. **LEAN MANUFACTURING EM EMPRESAS DE SERVIÇOS: Conceitos do Lean Service**. Universidade e Taubaté, SP. 2017.

MAXIMIANO, A. C. A.; **Teoria geral da administração; Da revolução urbana a revolução digital**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MASCARENHAS, S. A. **Metodologia ciência**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2012.

MEIRELES, M; SILVA, O. R; PAIXÃO, M. R; MARIETTO, M. **O papel da Engenharia de Produção**. In: Anais: XXXIII Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia. Campina Grande: UFCG. 2005.

MELLO, C. H. P. **Gestão da qualidade**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

MENDES, J. T. G. **Economia: Fundamentos e Aplicações**. 2 ed. São Paulo: Pearson Education, 2009.

MICHAEL, P. **Economia**. 8 ed. São Paulo: Editora Pearson Education do Brasil, 2009

NEUMANN, C. **Gestão de sistemas de produção e operações**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

NICOLA, A. D. **Desenvolvimento de uma proposta de gestão para a redução de erros não intencionais em cozinhas profissionais, utilizando como base o conceito de ferramentas pokayoke**. Centro Universitário SENAC, São Paulo, 2008.

NOVACKI, A. **Proposta de ferramenta para a criação de pokayokes de produto durante o processo de desenvolvimento**. 2014.

OLIVEIRA, M. **Balanceamento na linha de produção**. Enegep. Rio de Janeiro, 2008.

OSBORN, A. F. **O poder criador da mente: princípios e processos o pensamento criador e do “brainstorming”**. Traduzido por E. Jacy Monteiro. São Paulo: Ibrasa editora, 1987.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da pesquisa: Abordagem teórico-prática**. 13º ed. Papirus editora, 2007.

PANSONATO, R. **Projeto de fábrica e arranjo físico**. Curitiba: Contentus, 2020.

PANSONATO, R. **Lean Manufacturing**. Curitiba: Contentus, 2020.

PERLINGEIRO, C. A. G. **Engenharia de Processos: Análise, Simulação, Otimização e Síntese de Processos Químicos**. Ed. Edgard Blücher Ltda. São Paulo, 2005.

QUEIROZ, J. A. de; RENTES, A. F.; DE ARAUJO, C. A. C. **Transformação enxuta: aplicação do mapeamento do fluxo de valor em uma situação real**. XXIV Encontro Nac. Eng. Produção, 2004.

RIBEIRO, C. M. BIAGIO, F. G. ALMEIDA, C. M. V. B. **Revista de Graduação da Engenharia Química. Avaliação do ciclo de vida (ACV): uma ferramenta importante da ecologia industrial**. São Paulo, 2003.

ROMEIRO, S. C; ARAUJO, M. A; ARAUJO, F. C. **O Estudo da cadeia produtiva do virabrequim para identificação das não conformidades utilizando as ferramentas SIPOC e PDCA**. Revista Científica e-Locução, v. 1, n. 12, p. 19-19, 2017.

SANTOS, J. V. T. **A universidade do futuro**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2020.

SANTOS, A. R. CAMARGO, D.D. **Redução de índice de refugo de uma linha de usinagem com a utilização de ferramentas da qualidade**. Revista Braz Cubas, 2019.

SILVA, G. **Modelo de referência para o processo de desenvolvimento do produto automotivo e diretrizes para seleção de protótipos virtuais e físicos**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2013.

SOUZA, C. R. **Engenharia de Produtos: Elaboração de Uma Metodologia Aplicado ao Desenvolvimento de Produtos nas Indústrias Moveleiras**. Centro Universitário de Formiga – UNI FOR-MG 2009.

SOUZA, J. M. de. **Economia Brasileira**. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2011.

VICECONTI, P; NEVES, S; **Introdução a Economia**. Ed. Saraiva 12º edição, São Paulo, 2014.