



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO MECÂNICA

YOHANNA BATISTA ALVES

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA MELHORIA DO
PROCESSO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS EM UMA INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA**

JOÃO PESSOA – PB

2024

YOHANNA BATISTA ALVES

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA MELHORIA DO
PROCESSO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS EM UMA INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado à Coordenação do Curso de Engenharia de Produção Mecânica da Universidade Federal da Paraíba como um dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Produção. Orientador: Prof. Luciano Carlos Azevedo da Costa.

JOÃO PESSOA – PB

2024

YOHANNA BATISTA ALVES

**DESENVOLVIMENTO DE UM APLICATIVO PARA MELHORIA DO
PROCESSO DE COLETA E ANÁLISE DE DADOS EM UMA INDÚSTRIA
AUTOMOTIVA**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à **Coordenação de Graduação do
Curso de Engenharia de Produção Mecânica** da UFPB, apresentado em sessão de
defesa pública realizada em 07/05/2024, obtendo o conceito APROVADO, sob
avaliação da banca examinadora a seguir:

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANO CARLOS AZEVEDO DA COSTA**
Data: 07/05/2024 22:03:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof^o. Dr. LUCIANO CARLOS AZEVEDO DA COSTA - Orientador -
DEP/CT/UFPB**

Documento assinado digitalmente
 **HUGO HARRY FREDERICO RIBEIRO KRAMER**
Data: 08/05/2024 08:34:09-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

**Prof^a. Dr. HUGO HARRY FREDERICO RIBEIRO KRAMER - Membro -
DEP/CT/UFPB**

Documento assinado digitalmente
 **LUCAS GUEDES DE OLIVEIRA**
Data: 07/05/2024 22:11:04-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^o. Dr. LUCAS GUEDES DE OLIVEIRA - Membro - DEP/CT/UFPB

JOÃO PESSOA - PB

MAIO/2024

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

A474d Alves, Yohanna Batista.

Desenvolvimento de um aplicativo para melhoria do processo de coleta e análise de dados em uma indústria automotiva / Yohanna Batista Alves. - João Pessoa, 2024.

64 f. : il.

Orientação: Luciano Carlos Azevedo da Costa.
TCC (Graduação) - UFPB/CT.

1. Indústria 4.0. 2. Melhoria Contínua. 3. Digitalização. 4. Mapeamento de Processo. 5. Aplicativo. I. Costa, Luciano Carlos Azevedo da. II. Título.

UFPB/CTBSCT

CDU 658.5:621(043.2)

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus por toda sua bondade e misericórdia em minha vida, por estar presente em todos os momentos, fáceis e difíceis. Sem Ele não poderia estar aqui desfrutando da dádiva da vida.

Aos meus pais, Maria da Guia e Jailton, que foram meu apoio incondicional e meu porto seguro ao longo desta jornada, que lutaram para que eu alcançasse essa conquista. O que sou hoje é reflexo da base sólida que vocês construíram em minha vida. Serei eternamente grata a vocês. A minha irmã, Adriana, por sempre acreditar no meu potencial e me inspirar a alcançar minhas metas. Ao meu amado sobrinho, Bernardo, cuja alegria contagiante trouxe luz aos meus dias mais difíceis.

Ao meu professor orientador, Luciano Costa, pela sua orientação precisa e sábia e por ter me direcionado ao caminho certo para alcançar o êxito desse trabalho. A minhas amigas inseparáveis, Pollyana e Nicole, que estiveram ao meu lado ao longo dessa jornada nos momentos de desafio, compartilhando risos e incentivando meu progresso, vocês foram de extrema importância para que eu chegasse ao fim dessa jornada.

A toda minha turma de Engenharia de Produção Mecânica, que me mostrou o quão é importante ter amigos para compartilhar as vitórias e os desafios, vocês deixaram a jornada na instituição mais leve. Obrigada por cada palavra motivadora e conselho.

RESUMO

O presente Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) aborda o desenvolvimento de um aplicativo utilizando tecnologia *Low Code* na linha de produção de uma indústria automotiva na área de inspeção da peça pintada, com intuito de garantir melhor eficiência e agilidade no processo de análise dos dados de inspeção das peças pintadas. Assim, o presente estudo tem como objetivo: aprimorar a coleta e análise de dados, substituindo o antigo método manual de registro em papel por um sistema digitalizado. De forma que, a implementação do aplicativo possibilitou a transição para um ambiente mais eficiente e organizado, na qual, os dados coletados são agora armazenados em banco de dados, proporcionando maior acessibilidade, precisão e segurança. Ademais, o resultado foi uma significativa otimização operacional, maior qualidade nos resultados obtidos, eficácia e melhoria contínua em ambientes industriais. A redução do uso do papel foi notória, se tornando irrelevante para o processo, eliminando o tempo investido em transferir os dados do papel para o Excel, mitigando o erro de transcrição, identificação e monitoramento em tempo real do processo de pintura de peças. Por fim, com a obtenção das informações instantâneas sobre a operação, o processo apresentou agilidade na sua execução, garantindo a minimização dos riscos e potencializando as oportunidades.

Palavras-chave: Indústria 4.0; Melhoria Contínua; Digitalização; Mapeamento de Processo; Aplicativo.

ABSTRACT

This Course Completion Work (TCC) addressed the development of an application using Low Code technology in the production line of an automotive industry in the area of painted part inspection, with the aim of ensuring better efficiency and agility in the process of analyzing the inspection data of painted parts. The primary objective was to simplify and improve data collection and analysis, modifying the old manual paper recording method with a digitalized system. The implementation of the application enabled the transition to a more efficient and organized environment, where the data found is now stored in a database, providing greater accessibility, privacy and security. The end result was significant operational optimization and a higher quality of results obtained, highlighting the effectiveness and benefits of using low-code technologies for continuous improvement in industrial environments. The reduction in the use of paper was noted, making it irrelevant to the process, eliminating the time lost in transferring data from paper to Excel and mitigating errors in data transcription and identification, in addition to time monitoring of the parts painting process. Obtaining instant information about the operation allowed a quick response, ensuring risks were minimized and opportunities were taken advantage of.

Keywords: Industry 4.0; Continuous Improvement; Digitization; Process Mapping; Application.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo PDCA	25
Figura 2 - Diagrama de Ishikawa	27
Figura 3 - Simbologia do Fluxograma.....	28
Figura 4 - Exemplo de Fluxograma.....	29
Figura 5 - Etapas da metodologia.....	32
Figura 6 - Fluxograma da Pesquisa	34
Figura 7 - Formulário de controle de camada e aderência	42
Figura 8 - Peça para ser inspecionada	43
Figura 9 - Medição do corpo de prova	43
Figura 10 - Formulário de controle de camada e aderência incorreto.....	44
Figura 11 - Evidência dos erros encontrados	45
Figura 12 - Diagrama de Pareto.....	46
Figura 13 - Diagrama de Ishikawa	47
Figura 14 - Tela inicial do APP.....	52
Figura 15 - Tela de preenchimento CÓD.SAP	53
Figura 16 - Tela principal parcialmente preenchida.....	54
Figura 17 - Tela Principal.....	55
Figura 18 - Campos referentes a Base	56
Figura 19 -Base de dados.	57

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Matriz GUT.....	23
Quadro 2 - Simulação da aplicabilidade da Matriz GUT	24
Quadro 3 - Cenário da problemática	36
Quadro 4 - Identificação dos problemas.....	37
Quadro 5 - Vantagens do uso da plataforma Power App	40
Quadro 6 - Problemas encontrados nos formulários	45
Quadro 7 - Matriz GUT	49
Quadro 8 - Plano de Ação.....	49

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	12
1.1. DEFINIÇÃO DO TEMA	12
1.2. OBJETIVO GERAL	15
1.3. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	15
1.4. JUSTIFICATIVA.....	15
1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO.....	18
2. APORTE TEÓRICO	19
2.1. INDÚSTRIA 4.0	19
2.2. GESTÃO DA INFORMAÇÃO	20
2.3. PLATAFORMA LOW CODE.....	21
2.4. MÉTODOS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE	22
2.4.1. Matriz GUT	22
2.4.2. 5W2H	24
2.4.3. Ciclo PDCA.....	24
2.4.4. Brainstorming	26
2.4.5. Diagrama de Ishikawa	26
2.4.6. Fluxograma.....	27
3. ASPECTO METODOLÓGICO.....	30
3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA.....	30
3.2. ETAPAS DA PESQUISA.....	30
3.3. ETAPAS GERAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO.....	32
3.4. COLETA E ANÁLISE DE DADOS	35
3.4.1. Definição da problemática.....	35
3.5. APLICAÇÃO DO CICLO PDCA	38
3.5.1. Estágio 1 - Plan (Planejar).....	38

3.5.2. Estágio 2 - Do (Fazer)	39
3.5.3. Estágio 3 - <i>Check</i> (Verificar)	41
3.5.4. Estágio 4 - Act (Agir)	41
3.6. RESULTADOS E DISCUSSÕES	41
3.6.1. MAPEAMENTO DO PROCESSO E ANÁLISE DA PROBLEMÁTICA	41
3.6.2. APLICAÇÃO DO CICLO PDCA	46
3.6.2.1. Estágio 1 - <i>Plan</i> (Planejar)	46
3.6.2.2. Estágio 2 - Do (Fazer)	51
3.6.2.3. Estágio 3 – Check (Conferir)	57
3.6.2.4. Estágio 4 – Act (Agir)	58
4. CONSIDERACOES FINAIS	59
REFERÊNCIAS	60

1. INTRODUÇÃO

1.1. DEFINIÇÃO DO TEMA

No contexto global atual, marcado por transformações e avanços tecnológicos contínuos, as organizações buscam incessantemente estratégias que promovam a eficiência operacional, assim como, otimizem os processos. Nesse sentido, a melhoria de processos é um conceito que visa aprimorar a eficiência, reduzir custos e maximizar a qualidade dos produtos ou serviços oferecidos por uma organização. Bessant, Caffyn e Gallagher (2000) a definem como um processo de inovação incremental envolvendo toda a organização. Seus pequenos passos, alta frequência e pequenos ciclos de mudança vistos separadamente têm pequenos impactos, mas somados podem trazer uma contribuição significativa para o desempenho da empresa.

Paralela à melhoria de processo está a Indústria 4.0, que marcou uma revolução que vai além da automação tradicional. A integração de tecnologias como Internet das Coisas (do inglês, *Internet of Things* - IoT), inteligência artificial, aprendizagem de máquina (do inglês, *machine learning*), Tecnologia da Informação (TI) e computação em nuvem transformou radicalmente os processos produtivos, permitindo a criação de fábricas inteligentes e adaptáveis.

Um dos pilares dessa revolução industrial é chamado de *Big Data*, que corresponde a um grande emaranhado de informações não estruturadas que são armazenadas e processadas simultaneamente com alta velocidade e veracidade com intuito de impulsionar a inovação e melhorar a tomada de decisões em diversos setores (Correa, 2019). A principal transformação é a produção massiva de dados e informações disseminadas por objetos, pessoas e elementos biológicos (Schwab, 2016). No contexto industrial, a *Big Data* veio para aprimorar processos e maximizar a produção continuamente, com o auxílio de tecnologias cada vez mais ágeis e inteligentes (Guimaraes, Leandro, 2016). De Araujo (2019) acrescentam que a Indústria 4.0 transcende a concepção de ser exclusivamente composta por robôs e inovações extraordinárias, revelando-se com uma simples melhoria que traz grandes resultados denominada de digitalização de dados, utilizando de tecnologias básicas.

A digitalização, neste contexto, é o catalisador crucial que impulsiona a transformação da Indústria 4.0, podendo ser considerada como a base para a revolução, visto que tornar dados que antes eram manuscritos em dados digitais é o primeiro passo

para a indústria entrar nesse novo patamar tecnológico (Correa, 2019). Para Serres (2016) os processos informativos e de digitalização podem ser vistos como "a terceira maior revolução antropológica", essa inovação deve ser colocada no mesmo nível de duas outras invenções humanas: a escrita e a impressão. O desenvolvimento e a integração de tecnologias inovadoras de informação e comunicação objetivam a otimização por meio de redes inteligentes na Indústria 4.0. Este modelo de indústria se apropria da digitalização de processos para a criação de valores ao longo das cadeias de serviços e produtos no mercado (Barreto; Amaral; Pereira, 2017). Um dos variados nichos que a Indústria 4.0 alcançou e obteve grandes benefícios foi o setor automotivo. O setor que começou com Henry Ford introduzindo uma forma moderna de produção em massa já passou por várias mudanças, inclusive com a adoção de máquinas no ambiente fabril. A indústria de automóveis, tem experimentado desenvolvimentos tecnológicos significativos nas últimas décadas, alterando consideravelmente o processo de fabricação e redefinindo a própria natureza dos veículos produzidos (Costa, 2008). Para Daudt (2018) a indústria automotiva desempenha um papel vital no progresso global, impulsionando a inovação, gerando empregos e proporcionando mobilidade. Oliva (2004) reforça a ideia de que sempre haverá a demanda quando disse “não parecendo haver dúvida que a mercadoria-símbolo mais desejável do mundo moderno foi e é o automóvel”. Schor (2008) reitera o significado de necessidade do homem em ter um automóvel e o considerar essencial, “processo de identificação do homem moderno por meio de seus objetos de consumo, o automóvel tem papel especial (e essencial)”. Por essa razão, a inovação tornou-se componente essencial para que as organizações sobrevivam no mercado competitivo atual.

O'Brien (2002) descreve que um dos valores estratégicos da tecnologia da informação é proporcionar melhorias importantes nos processos empresariais. Os processos operacionais podem se tornar mais eficientes, e os processos gerenciais da empresa mais eficazes. A partir dessas melhorias, a empresa pode reduzir custos, melhorar a qualidade e o atendimento ao cliente e criar produtos e serviços.

A indústria automotiva engloba uma grande gama de processos, sendo um deles o de pintura. A história da pintura automotiva começou por volta do século XX, de forma totalmente artesanal. Confirma-se que foi aproximadamente no ano de 1910, logo após a fundação da Ford Motor Company, pelo ilustre Henry Ford. O mesmo não imaginava o quão era importante e valioso esse processo para os dias de hoje, em uma de suas falas imortalizadas pela história, Ford disse “Os carros podem ser de qualquer cor, desde que

sejam pretos” (Coffey; Layden, 1996). Atualmente, o processo de pintura automotiva requer muita atenção e rigorosidade, por isso, existem muitas normas que regem o processo, como estudo da capacidade do processo, por meio das Cartas de Controle solicitada pela Norma ISO 9001, como também a CQI 12 (Avaliação do Sistema de Revestimento). Diante disso, é indiscutível que implementar processos automatizados no setor automotivo não apenas aumenta a eficiência, mas também pode resultar em economias significativas a longo prazo.

De acordo com o estudo “*Industrie 4.0 Maturity Index*”, desenvolvido pela Academia Nacional Alemã de Engenharia e Ciências (Acatech, 2020), a agilidade é um elemento fundamental para a competitividade da empresa e está diretamente relacionada com o grau de maturidade tecnológica. A automação reduz o risco de erros humanos, melhora a precisão e a consistência. No entanto, a falta de automação pode acarretar custos adicionais, retrabalho e desperdício de material. Dessa forma, a implementação de plataformas digitais de gerenciamento de dados revelou-se de extrema importância, proporcionando eficiência operacional, tomada de decisões informada e uma integração fluida de dados cruciais para a inovação contínua. Junior et al. (2012) afirmam que, para lidar com o grande volume de informações, é preciso fazer uso de métodos que permitam construir um maior entendimento e extrair conclusões sobre o conjunto de resultados analisados.

Com os dados coletados é possível começar a utilizar tecnologia de ponta como inteligência artificial e *Big Data*. E dessa forma, criar uma verdadeira mina de oportunidades com todos os parâmetros possíveis sendo usados. Tendo como base o cenário supracitado, a presente pesquisa visa desenvolver um aplicativo para uma empresa que atua no setor automotivo afim de proporcionar a melhoria de coleta e análise de dados.

1.2.OBJETIVO GERAL

Desenvolvimento de um aplicativo em *Low Code* para auxiliar e proporcionar a melhoria do processo de coleta e análise de dados em uma indústria de injeção plástica e pintura automotiva.

1.3.OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar o mapeamento dos processos;
- Determinar pontos de congestionamento da produção;
- Identificar e propor melhorias no processo;
- Construir aplicativo utilizando ferramentas de baixo código;
- Implementar o aplicativo proposto para reduzir e eliminar gargalos.

1.4.JUSTIFICATIVA

Este estudo se baseia na crescente relevância da implementação da era digital no sistema produtivo de uma fábrica do ramo automotivo. A implementação de uma tecnologia para gerenciamento de dados é fundamental para o sucesso do negócio, visto que armazenar dados nos servidores da internet aumenta a precisão de projeções e resultados. A indústria automotiva desempenha um papel relevante na economia brasileira, sendo crucial tanto em termos de produção quanto de contribuição para o Produto Interno Bruto (PIB) do país. Considerando que o setor automobilístico é uma grande geradora de empregos, apresenta importantes encadeamentos produtivos e investimentos em inovação, esse segmento foi utilizado para aplicação do estudo.

Nas últimas décadas, o Brasil consolidou sua posição como um importante *player* no mercado automobilístico global, no ranking mundial de autoveículos, ele ocupa a nona posição como produtor e sétima como mercado interno (Pompílio, Jota, 2021). Segundo a Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores (Anfavea, 2023) o setor automotivo foi responsável por 20% (com 2,5% no total) do PIB no ano de 2019. A Agência Brasil complementa que o setor automotivo correspondeu a 2,1% das riquezas do país em 2020. A geração de tributos diretos em 2020 pelos autoveículos foi de R\$ 62,5 bilhões, incluindo IPI, PIS e Cofins, ICMS e IPVA (*Automotive business*, 2022). Com base em dados estatísticos, a indústria automotiva representa uma fatia expressiva do PIB brasileiro. Sua participação nesse indicador econômico reflete não apenas a produção de veículos em si, mas também a cadeia produtiva associada, que engloba desde a fabricação de componentes até a comercialização e manutenção de automóveis.

Por ser um setor de extrema importância para economia do Brasil, a melhoria contínua dos processos reflete no crescimento econômico. O setor automotivo brasileiro vem sofrendo várias transformações, para fazer frente às demandas que estão surgindo, devido à reestruturação da indústria automobilística mundial e à globalização (Ramiro, 2002). A modernização dos processos no chão de fábrica, especialmente por meio da digitalização de dados, desempenha um papel crucial na competitividade e eficiência das organizações. Ao adotar tecnologias que automatizam e agilizam tarefas, como a coleta, análise e compartilhamento de dados, as empresas não apenas reduzem erros operacionais, mas também aumentam a flexibilidade e capacidade de resposta aos desafios do mercado. A digitalização promove a conectividade e acessibilidade dos dados em tempo real.

A modernização impulsiona a tomada de decisões embasada, essencial para a excelência operacional e a sustentabilidade a longo prazo. Heron Berto, diretor de tecnologia da Veloxi S/A, disse em entrevista que "Para que as fábricas se tornem inteligentes, é preciso conectar e compartilhar informações de máquinas, processos, pessoas e sistemas em tempo real. Essa transformação está revolucionando a forma como as empresas fabricam, aprimoram e distribuem os seus produtos, em um mundo globalizado e competitivo" (Berto, 2023).

A pintura de peças automotivas é de vital importância para garantir a qualidade estética e durabilidade dos veículos, também auxilia na proteção contra corrosão e no desempenho geral do componente. O controle preciso de dados coletados relacionados ao processo de pintura é tão importante quanto o processo de fabricação das peças em si. O monitoramento rigoroso de parâmetros como temperatura, umidade, tempo de secagem e espessura da tinta assegura um processo de pintura consistente e uniforme. Um dos vários métodos utilizados para controlar o revestimento posto na peça com intuito de validar que a pintura foi realizada com êxito é o de controle da espessura da camada. O controle cuidadoso desse aspecto durante o processo de pintura é essencial para garantir a qualidade do produto e atender às exigências da indústria automotiva, visto que é uma especificação fundamental para a aceitação do produto.

É mandatório que as fábricas atuantes no setor automotivo possuam certificações específicas, entre elas a *IATF 16949*, no qual é uma especificação técnica para sistemas de gerenciamento de qualidade do setor automotivo, que enfatiza a prevenção de defeitos e a redução de variações e desperdícios na cadeia de suprimentos (SGS, 2020). É uma norma atualizada no qual houve uma incorporação com a ISO 9001. No contexto da

gestão de qualidade, o controle de medição desempenha um papel crucial para assegurar a conformidade e a consistência dos processos.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2015) destaca a importância do monitoramento e medição de produtos e processos, durante as atividades da norma ISO 9001. Desta forma, ela reforça a importância em manter registros apropriados das atividades, possibilitando a rastreabilidade e fornecendo dados confiáveis para avaliações futuras e aprimoramento contínuo. A qualidade é vista atualmente como uma das maiores vantagens competitivas, é o mínimo que se espera de um fabricante de automóveis, visto que, caso não alcance os requisitos de qualidade impostos pelo cliente, o fornecedor ou montadora está fora do mercado competitivo (Zhang et al, 2000)

De acordo com Brocka e Brocka (1964), as cartas de controle auxiliam no monitoramento da qualidade e estabilidade de um processo. Nessa ferramenta, as variações se situam entre o limite superior e inferior da especificação. Os dados acerca da espessura da camada são considerados um dado que necessita ser controlado segundo os Requisitos Específicos do Cliente (CSRs). Portanto, é indispensável haver uma facilidade para coleta e análise do mesmo.

A digitalização passou a ser indispensável para que as grandes empresas do mercado possam utilizar a tecnologia e a inovação para otimizar seus processos. Segundo Gartner cerca de 2% a 5% dos documentos são perdidos, o que nos traz a uma perda de no máximo 260 documentos perdidos anualmente. A migração para tecnologias digitais, como a nuvem e assinaturas eletrônicas, resulta em uma economia significativa. As empresas de grande porte e de tecnologia já evitam o uso de papel nas linhas de produção, obtendo melhores índices de qualidade, eficiência em inovação e rápida atualização dos procedimentos dos processos. No entanto, as de médio e pequeno porte ainda usam o papel e podem perder espaço de mercado ao tornarem-se menos competitivas, já que isso é uma tendência entre as indústrias.

Tendo em vista a crescente necessidade que as organizações possuem em digitalizar e automatizar seus processos, as empresas de tecnologia acabaram por investir em ferramentas de desenvolvimento de fácil manuseio. O *Microsoft Power Apps* é um exemplo de ferramenta para desenvolvimento de aplicativos, que pode ser utilizada por não programadores, sendo apenas necessário conhecimento intermediário de informática (Microsoft 2022).

Neste contexto, devido à importância do controle e acompanhamento das informações geradas pelo processo de pintura, surge a problemática de pesquisa: “é

possível reduzir a falta a acurácia nos dados de espessura da camada de tinta, por meio da construção e implementação de um aplicativo de Controle de Camada e Aderência?”

Assim, esta pesquisa visa solucionar a problemática por meio da proposta de um aplicativo de gestão de informação numa empresa de injeção plástica e pintura automotiva, que fornece peças plásticas para uma montadora da região. Tendo como ênfase a otimização dos processos relacionados à coleta de dados referentes à espessura da camada de tinta, limitando-se a construção de um aplicativo personalizado.

1.5. ESTRUTURA DO TRABALHO

O presente estudo está estruturado em cinco capítulos, tais quais: Introdução, Aporte Teórico, Aspecto Metodológico, Resultados e Discussões, finalizando com as considerações finais do estudo.

O Capítulo 1, refere-se à Introdução, onde ocorreu a contextualização da temática, expõe informações relevantes sobre o contexto atual do mercado e a necessidade de estudo em cima do processo apontado. Além disso, justifica a importância da realização de melhorias no setor automotivo e estabelece os objetivos a serem alcançados. O Capítulo 2 engloba o embasamento teórico, cuja função é fundamentar a pesquisa, fornecendo a base conceitual e o contexto acadêmico para o estudo. Além disso, ajuda a definir as teorias, conceitos e metodologias que orientam a pesquisa, dando credibilidade e sustentação ao argumento principal do TCC. No Capítulo 3 é apresentada a metodologia adotada para o estudo. Nesse tópico foi possível estabelecer as etapas da pesquisa, onde foi descrito detalhadamente as etapas necessárias que contribuíram para alcançar os resultados, bem como coleta e análise dos dados. Além disso, foi demonstrado no capítulo aplicação do ciclo PDCA. Já no Capítulo 4 pode ser encontrado os resultados obtidos com a melhoria implementada, onde o Ciclo PDCA é minuciosamente descrito. Nesse tópico foi exposto o resultado do aplicativo desenvolvido, E por fim, o Capítulo 5, representa as considerações finais e reitera os resultados obtidos com a implementação da melhoria.

2. APORTE TEÓRICO

2.1.INDUSTRIA 4.0

A Indústria 4.0, originária da Alemanha, representa a quarta revolução industrial, caracterizada pela integração de tecnologias digitais e físicas nos processos de produção. Surgiu no início do século XXI e é impulsionada por avanços como Internet das Coisas (IoT), inteligência artificial, *Big Data* e computação em nuvem. A Quarta Revolução Industrial oferece um salto de produtividade com custos reduzidos e maior integração entre o físico e o virtual (Cassapo, 2016). Trata-se de “um conceito de indústria proposto recentemente e que engloba as principais inovações tecnológicas dos campos de automação, controle e tecnologia da informação, aplicadas aos processos de manufatura” (Silveira, 2016). Schwab (2016) descreve que a base fundamental da Indústria 4.0 significa conectar máquinas, sistemas e ativos, criando redes inteligentes em toda a cadeia de valor, dando autonomia aos módulos de produção para que a manutenção possa ser programada, além de prever falhas no processo. Atualmente, Indústria 4.0 é vista como uma transformação disruptiva que redefine a forma como as empresas operam, promovendo a automação inteligente, a personalização em massa e a tomada de decisões baseada em dados em tempo real (Schwab, 2016).

Em um processo produtivo industrial, fundamentado nos princípios da Indústria 4.0, Sacomano (2018) pormenoriza que funcionaria da seguinte forma: (i) as linhas de produção serão acionadas e controladas remotamente, partindo de uma criação e testes em um mundo virtual, para garantir a maior eficiência possível quando implementadas; (ii) os pedidos dos clientes serão processados e agendados automaticamente, permitindo aos clientes rastrearem-nos online. Apesar das inúmeras vantagens, que resultam em processos mais eficientes, adaptáveis e ágeis, a revolução impacta toda cadeia produtiva, se fazendo necessário realizar uma reestruturação. Essa mudança também traz desafios, como a necessidade de requalificação da mão de obra e a garantia da segurança cibernética dos sistemas de produção. Portanto, a educação e o processo de formação profissional devem fortalecer a preparação de mais talentos com as habilidades e competências exigidas neste novo momento (Arktis, 2015). Nesse sentido, a digitalização integra a tecnologia para melhorar as operações, personalizar serviços, melhorar o desempenho e colocar clientes e funcionários em primeiro lugar. Para Ritthaler (2017), a digitalização envolve a evolução de atividades, processos, funções e modelos de negócios

para aproveitar ao máximo as oportunidades apresentadas pelas novas tecnologias digitais.

O uso da tecnologia está diretamente relacionado à necessidade que a organização tem de aumentar sua produtividade, visto que, com a integração é possível poupar tempo e aumentar a eficiência em todos os tipos de processos de negócios. Davis (2019) ressalta que os aspectos fundamentais da digitalização incluem a busca por maior valor, a obtenção de vantagem competitiva e a redução de custos, aproveitando os avanços tecnológicos disponíveis. Magnus (2018) descreve a transformação digital como o processo de atualização das empresas de acordo com as mudanças tecnológicas que ocorrem em todo o mundo. A transformação digital não só mantém as empresas relevantes em um ambiente cada vez mais digitalizado, mas também as posiciona de forma competitiva, permitindo que se destaquem em um mercado em constante evolução, ao adotar tecnologias inovadoras e integrá-las aos processos de negócios, as organizações podem ganhar eficiência, agilidade e capacidade de resposta às demandas do mercado.

2.2.GESTÃO DA INFORMAÇÃO

A Gestão da Informação (GI) é o processo de coleta, armazenamento, organização, análise, disseminação e uso de informações relevantes para apoiar os objetivos e operações de uma organização (Costa, 2003). A GI é um conjunto de seis processos distintos, mas interrelacionados: identificação de necessidades informacionais; aquisição de informação; organização e armazenamento da informação; desenvolvimento de produtos informacionais e serviços; distribuição da informação e uso da informação (Choo 1998 p. 24). O objetivo da Indústria 4.0 é criar um sistema produtivo mais inteligente, e ampliar a capacidade de resolução de problemas sem a necessidade de interferência humana. No entanto, para que isso aconteça, é mandatório haver uma constante troca de informações entre todas as etapas da cadeia produtiva (Koch et al., 2014). Consequentemente, as TIC (Tecnologias da informação e comunicação) exercem um papel fundamental na indústria 4.0, visto que possibilitam a comunicação simultânea dos processos entre si. Em especial, a internet das coisas, pois através da conexão entre as máquinas, cria-se um ambiente *cyber*-físico; onde há união do mundo real e virtual. Resultando em ganhos de produtividade, qualidade, custo e descentralização na tomada de decisão (Schwab, 2016).

Um sistema de informação (SI) é uma estrutura organizada de elementos (como *hardware*, *software*, banco de dados, procedimentos e pessoas) projetada para coletar, processar, armazenar e disseminar informações de maneira eficiente e eficaz para apoiar

as operações, a tomada de decisões e a realização dos objetivos de uma organização. Segundo Laudon e Laudon (2007), nesse sistema existem quatro tipos de atividades: entrada, processamento, saída e feedback. Explorando com afinco o conceito do SI, é possível dizer que um excelente sistema pode ocasionar um grande impacto na estratégia e no sucesso da organização. Stair (1998, p.17), relata que este impacto pode beneficiar a organização, os usuários e qualquer indivíduo do grupo que manuseia o sistema.

Os sistemas de informação são ferramentas tecnológicas que automatizam e facilitam os processos de gestão da informação. Eles são projetados para capturar, processar, armazenar e distribuir dados de maneira oportuna e precisa, fornecendo suporte às atividades operacionais, táticas e estratégicas de uma organização. De acordo com Batista (2004) o objetivo de usar os sistemas de informação é a criação de um ambiente corporativo em que as informações sejam confiáveis e sejam capazes de fluir na estrutura organizacional. A demanda do mercado, caracterizada pela competição intensa, dinamismo e, sobretudo, globalização, impulsiona as empresas a adotarem sistemas de informação eficientes, assegurando níveis mais altos de produtividade e eficácia.

2.3.PLATAFORMA LOW CODE

Low Code são plataformas de desenvolvimento de *software* que permitem a criação de aplicativos com um mínimo de codificação manual. Elas são projetadas para simplificar e acelerar o processo de desenvolvimento, permitindo que usuários, mesmo sem profundo conhecimento em programação, criem aplicações completas. Com interfaces intuitivas e componentes pré-configurados, essas ferramentas facilitam a construção de aplicativos por meio de arrastar e soltar, automação de tarefas e acesso a bibliotecas de código reutilizáveis.

O objetivo das ferramentas *Low Code* é aumentar a produtividade dos desenvolvedores e reduzir o tempo de entrega de projetos, tornando o desenvolvimento de software mais acessível e eficiente. São consideradas as maiores plataformas de *low-code*: Salesforce, *Microsoft Power Apps*, *Mendix*, *Google App Maker*, *TrackVia* e *Appian*. Em 2020, Gartner reconheceu a *Microsoft Power Apps* como a plataforma de *low-code* líder de mercado. A plataforma possibilita criação de aplicações *web* e para dispositivos móveis utilizando pouca lógica de programação e muitos componentes prontos para uso, além disso integra várias ferramentas da sua proprietária *Microsoft*, como o *SharePoint*, *Power Automate*, *Office 365*, além de possibilitar conexão com dados de terceiros, possuindo um modelo de governança estruturado.

O *Microsoft Power Apps* é um exemplo de ferramenta para desenvolvimento de aplicativos, que pode ser utilizada por não programadores, sendo apenas necessário conhecimento intermediário de informática (Microsoft, 2022). Ademais, essa ferramenta permite a criação rápida e fácil de aplicativos personalizados para atender às necessidades específicas de uma organização. Ao desenvolver diretamente na Internet, a compatibilidade entre os aplicativos é ampliada, ignorando os principais requisitos de hardware. Como não há necessidade de baixar todo o software e, conseqüentemente, armazenar e atualizar dados, ele pode ser acessado por qualquer dispositivo, desde que tenha conexão com a internet e capacidade de exibição apropriada (tablets e smartphones) (Macdougall, 2019). Com o *Power Apps*, as organizações podem agilizar processos, automatizar tarefas e melhorar a eficiência operacional, tudo isso de forma rápida e acessível.

Os aplicativos criados com *Power Apps* fornecem lógicas de negócios aprimoradas e recursos interativos de fluxo de trabalho que transformam processos de negócios manuais em digitais automatizados (Powerapps, 2022). A plataforma oferece uma ampla variedade de componentes e modelos pré-configurados que os usuários podem utilizar para construir seus aplicativos. Tais componentes abrangem desde *layouts* básicos até funcionalidades avançadas, como integração com serviços de nuvem e conectores de dados. Ela possibilita resolver problemas com ferramentas visuais intuitivas que não requerem o conhecimento de programação avançada (Macdougall, 2019).

2.4.MÉTODOS E FERRAMENTAS DA QUALIDADE

Nesta seção, serão expostas as ferramentas de gestão empregadas neste estudo, visando adquirir, gerenciar e controlar as informações identificadas.

2.4.1. Matriz GUT

O Método GUT foi desenvolvido por Kepner e Tregoe na década de 1980, a partir da necessidade de resolução de problemas complexos nas indústrias americana e japonesa. Várias contrariedades podem surgir em uma organização, e nem sempre é possível resolver todas ao mesmo tempo (Kepner; Tregoe, 1981). Também conhecida como Matriz GUT, cujas siglas significam Gravidade, Urgência e Tendência, é uma ferramenta de análise utilizada para priorizar problemas ou situações dentro de uma organização. Ela avalia a gravidade do problema, a urgência de sua resolução e a tendência de sua evolução. Essa matriz permite que os gestores identifiquem e

classifiquem os problemas de forma objetiva, facilitando a tomada de decisões e o direcionamento de recursos para resolver as questões mais críticas.

Para utilizar o método, primeiro, é necessário listar os problemas ou situações a serem avaliados. Em seguida, cada problema é classificado de acordo com três critérios: Gravidade (G), que indica a severidade do problema caso não seja resolvido; Urgência (U), que representa o tempo disponível para resolver o problema; e Tendência (T), que se refere à probabilidade de o problema piorar com o tempo. Cada critério recebe uma pontuação de 1 a 5, sendo 1 a menor pontuação e 5 a maior. Após atribuir as pontuações, multiplicam-se os valores de Gravidade, Urgência e Tendência para obter o resultado de cada problema. Quanto maior o resultado, maior a prioridade de resolução. Com base nessa análise, os gestores podem tomar decisões mais embasadas e direcionar os recursos de forma eficaz para resolver os problemas mais urgentes. Para diminuir a subjetividade no momento de atribuir a pontuação, Periard (2011) recomenda a utilização do seguinte método (Quadro 1):

Quadro 1 - Matriz GUT

Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irá piorar rapidamente
4	Muito grave	É urgente	Irá piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irá piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irá piorar a longo prazo
1	Sem gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Periard (2011).

Embora seja uma ferramenta essencial para a resolução de problemas, com conceito de priorizar ações corretivas mais urgentes, Scartezini (2009) defende que a correta atribuição dos valores dentro dos critérios acima irá depender fundamentalmente do conhecimento técnico do gestor acerca de cada problema. O autor sugere aplicar o método por meio de um grupo de especialistas e julgar cada caso pelo consenso lógico.

A etapa final consiste em estabelecer uma classificação dos problemas para determinar as prioridades e decidir quais serão abordados inicialmente, conforme ilustrado no Quadro 2.

Quadro 2 - Simulação da aplicabilidade da Matriz GUT

Problema	Gravidade (G)	Urgência (U)	Tendência (T)	G x U x T	Prioridade
Situação X	5	2	1	10	3
Situação Y	3	4	3	36	1
Situação Z	2	2	3	12	2

Fonte: Scartezini (2009).

2.4.2. 5W2H

A ferramenta 5W2H é uma metodologia amplamente utilizada no gerenciamento de projetos e na resolução de problemas. Seu nome deriva das iniciais de sete perguntas em inglês: *What* (O que), *Why* (Porque), *Where* (Onde), *When* (Quando), *Who* (Quem), *How* (Como) e *How much* (Quanto). De acordo com Lucinda (2016), ela funciona como um *checklist* de atividades bem claras e definidas que devem ser realizadas em um projeto. Essa ferramenta tem a propriedade de resumir as atividades diárias e por conseguinte auxilia no planejamento, distribuição de afazeres, definir os itens que estarão contidos em um plano de ação, bem como registrar e estipular prazos para a sua concretização. O 5W2H facilita a tomada de decisão para quem deseja implementar planos de ação com foco na otimização processual, pois configura-se como um método que permite estruturar ideias de forma bem desenhada, planejada e precisa (Araújo, 2017).

2.4.3. Ciclo PDCA

O Ciclo PDCA, também conhecido como Ciclo de Deming, é uma metodologia utilizada para melhorar continuamente os processos e produtos em uma organização. Foi desenvolvido por Walter A. Shewhart na década de 1920 e popularizado por William Edwards Deming durante a reconstrução do Japão pós-Segunda Guerra Mundial. O PDCA é composto por quatro etapas: *Plan* (Planejar), *Do* (Fazer), *Check* (Verificar) e *Act* (Agir). Cada etapa do ciclo visa aprimorar a eficiência e a qualidade, seguindo uma abordagem iterativa e cíclica. Esta metodologia tornou-se fundamental em diversos setores industriais e empresariais, pois promove a gestão sistemática e o aperfeiçoamento contínuo dos processos organizacionais. Cada etapa tem sua função definida a fim de guiar com clareza o que deve ser resolvido, sendo elas:

- **Plan (Planejar)**: Nesta etapa, estabelecem-se os objetivos a serem alcançados, identificam-se possíveis causas, definem-se as estratégias e os planos de ação para atingir os resultados desejados;
- **Do (Fazer)**: Aqui, coloca-se em prática o que foi planejado na etapa anterior. São executadas as atividades conforme os planos estabelecidos, coletam-se os dados necessários e implementam-se as mudanças;
- **Check (Verificar)**: Esta etapa envolve a avaliação dos resultados obtidos após a implementação das ações. Os dados são analisados para verificar se os objetivos foram alcançados e se as metas foram atingidas. Com base nessa análise, é possível identificar eventuais desvios e áreas que necessitam de melhorias;
- **Act (Agir)**: Finalmente, com base nos resultados da etapa de verificação, são tomadas medidas corretivas e preventivas. Se os objetivos foram alcançados, as boas práticas são consolidadas. Caso contrário, ajustes são feitos nos planos de ação para corrigir os problemas identificados. Em seguida, o ciclo recomeça, utilizando os aprendizados obtidos para planejar melhorias adicionais.

O ciclo PDCA utiliza do princípio de que as etapas sempre podem ser aprimoradas e ajustadas, portanto, no processo de avaliação do desempenho, os gestores podem integrar outras ferramentas da qualidade como complemento para ajudar a identificar e mitigar os problemas (Beghelli, 2015).

Figura 1 - Ciclo PDCA



Fonte: PETERS (1998).

O método PDCA (Figura 1) é empregado pelas organizações para gerir seus processos internos de modo a assegurar a consecução das metas estabelecidas, utilizando

as informações como elemento norteador das decisões. Este ciclo é contínuo e concebido para aprimoramento constante, uma vez que, ao aplicar os conhecimentos adquiridos, é possível iniciar um novo ciclo, abordando tentativas mais complexas e assim sucessivamente (Maranhão, 2001).

2.4.4. Brainstorming

A metodologia *Brainstorming* criada por Osborn (1997), tem como função criar o máximo de ideias possíveis relacionadas a um determinado assunto durante um período, cujo princípio está voltado para soluções de baixo custo, evitando qualquer tipo de decisão precipitada. *Brainstorming* é uma palavra de origem inglesa cuja tradução é *brain* = cérebro e *storming* = tempestade, sendo resumida em “tempestade de ideias”, definição que está diretamente alinhada com a ideia que o autor tinha para o método, usar o cérebro para tumultuar um problema.

Esse método atua como um estimulante da criatividade por permitir o compartilhamento verbal de ideias sem apresentar críticas no decorrer do processo geracional de ideias (King; Schlicks Upp, 2002). Este método é bastante utilizado com o propósito de gerar um número grande de ideias para um determinado tempo, e, apesar de ser utilizado por muitas pessoas que trabalham em setores diretamente ligados à criatividade, a aplicação do brainstorming pode ir além disso (Osborn,1987).

2.4.5. Diagrama de Ishikawa

O diagrama de *Ishikawa*, também conhecido como diagrama de espinha de peixe ou diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta utilizada para identificar e analisar as possíveis causas de um problema ou de um efeito indesejado (Miguel,2006). Essa ferramenta não identifica necessariamente a causa do problema, porém, permite que se tenha o máximo de foco possível na organização das causas possíveis do problema, organizando a busca pela sua identificação (Antônio; Teixeira; Rosa, 2016). Considerada uma ferramenta da qualidade, foi desenvolvido pelo engenheiro Kaoru Ishikawa, com intuito de organizar as causas em categorias principais, como método, máquina, mão de obra, material, meio ambiente e medição (os "6 Ms"), possibilitando uma análise sistemática e abrangente. Essa representação visual ajuda as equipes a compreenderem melhor as relações entre as causas e os efeitos, permitindo a identificação das causas raízes e facilitando a elaboração de soluções eficazes. O nome "espinha de peixe" foi

atribuído ao método devido à sua aparência visual, que se assemelha à espinha de um peixe.

No diagrama, a linha principal representa o problema ou efeito indesejado, enquanto as "espinhas" que se estendem a partir dessa linha representam as diversas causas que podem contribuir para o problema (Paladini, Carvalho, 2012). Essas causas são agrupadas em categorias principais, criando uma estrutura ramificada que se assemelha à anatomia de uma espinha de peixe, daí o nome.

Figura 2 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: ACCEPT (2023).

Em suma, esse diagrama auxilia a organização do raciocínio e a discussão sobre os fatores que influenciam um problema considerado prioritário para o gestor, mostrando aspectos que interferem no seu processo e os efeitos decorrentes (Lucena, 2011).

2.4.6. Fluxograma

Segundo D'Ascensão (2001) o fluxograma é “uma técnica de representação gráfica que se utiliza de símbolos previamente convencionados, permitindo a descrição clara e precisa do fluxo, ou sequência, de um processo, bem como sua análise e redesenho”. Um fluxograma é composto basicamente por formas geométricas, setas e textos., conforme ilustra a Figura 3. Esse método mostra a interconexão entre as etapas, indicando a ordem de execução e as relações de causa e efeito. Essa ferramenta de comunicação é frequentemente utilizada para simplificar e clarificar processos

complexos, facilitando a compreensão e o acompanhamento das atividades por parte dos envolvidos (Debastiani, 2015).

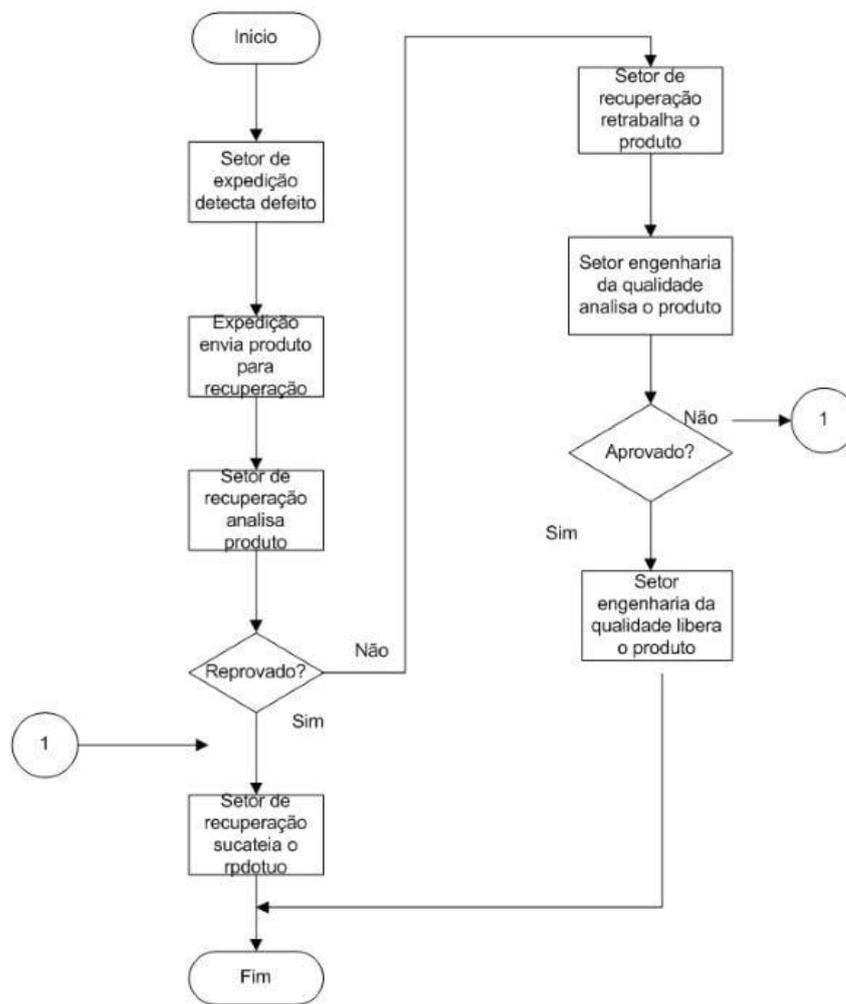
Figura 3 - Simbologia do Fluxograma

	Indica o início ou fim do processo
	Indica cada atividade que precisa ser executada
	Indica um ponto de tomada de decisão
	Indica a direção do fluxo
	Indica os documentos utilizados no processo
	Indica uma espera
	Indica que o fluxograma continua a partir desse ponto em outro círculo, com a mesma letra ou número, que aparece em seu interior

Fonte: Pinto (2004).

Mello (2008) afirma que as vantagens do uso de diagramas de fluxo incluem: (i) examinar como os componentes do sistema (mecanizados ou não) estão conectados e relacionados, auxiliando na análise de sua eficácia; (ii) visualização simples, fácil localização de defeitos; e (iii) disponibilização de uma compreensão de quaisquer alterações propostas no sistema existente, visualizando claramente as alterações introduzidas. O diagrama visual exposto na Figura 4 ilustra e exemplifica de forma clara e organizada a sequência de passos de um processo específico, fornecendo uma representação gráfica que facilita a compreensão e o acompanhamento das etapas envolvidas.

Figura 4 - Exemplo de Fluxograma



Fonte: Blog da Qualidade (2012).

3. ASPECTO METODOLÓGICO

Para alcançar o objetivo principal é necessário que haja métodos que auxiliem e conduzam a pesquisa a fim de orientar a sequência de passos a serem realizados. Dessa forma, o método é o “conjunto das atividades sistemáticas e racionais que, com maior segurança e economia, permite alcançar o objetivo — conhecimentos válidos e verdadeiros —, traçando o caminho a ser seguido, detectando erros e auxiliando as decisões do cientista” (Lakatos; Marconi, 1991).

3.1. CLASSIFICAÇÃO DA PESQUISA

O presente TCC foi fundamentado por meio de uma pesquisa qualitativa de natureza exploratória. De acordo com Oliveira (1998) os métodos qualitativos diferem dos métodos quantitativos por não utilizarem dados estatísticos como centro do processo de análise do problema. Ou seja, uma pesquisa qualitativa está focada em subjetividades e nuances que não são quantificáveis. A pesquisa de caráter exploratório é bastante utilizada em estudos mercadológicos e pesquisas de público-alvo, podendo receber algumas tipologias, entre elas, a natureza de estudo de caso, que visa fazer análise de casos que ocorrem no mercado. Para Mattar (1996) a pesquisa exploratória é especialmente utilizada para fornecer aos pesquisadores mais conhecimento sobre o tema ou questão de pesquisa que está sendo abordada.

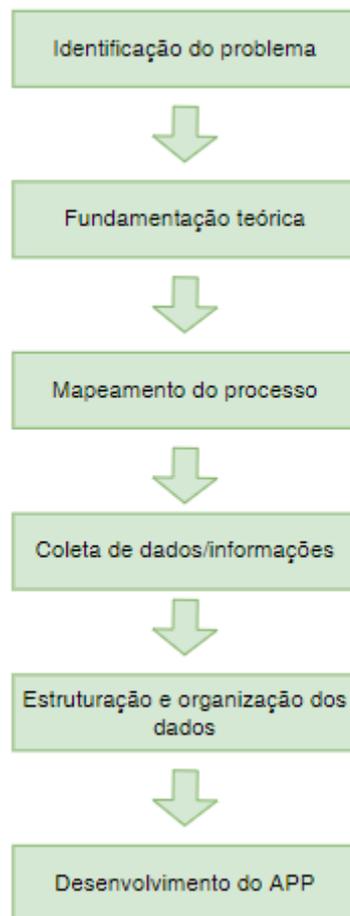
3.2. ETAPAS DA PESQUISA

As etapas do presente TCC foram estruturadas conforme o fluxograma exposto na Figura 5. Cada etapa presente no fluxograma foi descrita detalhadamente conforme os tópicos abaixo:

1. **Identificação do Problema**: A primeira etapa do projeto de melhoria contínua envolveu a identificação cuidadosa dos desafios e obstáculos enfrentados no processo de pintura. Isso incluiu compreender as lacunas existentes, como inconsistências na transcrição dos valores do controle de camada, acarretando dificuldades na rastreabilidade dos registros e possíveis fontes de erro. Esta fase foi crucial para direcionar efetivamente os esforços de desenvolvimento do aplicativo, garantindo que ele abordasse os problemas mais prementes e oferecesse soluções relevantes;

2. **Fundamentação Teórica**: Após identificar os problemas, foi essencial realizar uma pesquisa aprofundada para embasar o desenvolvimento do aplicativo. Isso envolveu revisar literatura relevante, explorar boas práticas na indústria de pintura e compreender os princípios fundamentais da melhoria contínua;
3. **Mapeamento do Processo**: Nesta fase, o processo de pintura foi meticulosamente mapeado e documentado. Cada etapa, desde o momento que o inspetor recebe a peça para inspecionar, escreve os dados nos formulários até a transcrição dos dados inspecionados para o *Minitab*. Isso permitiu uma compreensão completa do fluxo de trabalho e identificou as áreas onde o aplicativo poderia otimizar e simplificar as operações existentes. O mapeamento do processo foi essencial para garantir que o aplicativo fosse integrado de forma harmoniosa e eficiente no ambiente de trabalho.
4. **Coleta de dados**: Com o processo mapeado, a próxima etapa envolveu a coleta de dados relevantes para alimentar o aplicativo. Isso incluiu informações sobre o processo segundo a perspectiva do inspetor e da supervisora. Essa coleta de dados foi realizada em forma de entrevista semiestruturada com as partes envolvidas no processo. A coleta de dados foi fundamental para garantir que o aplicativo forneça *insights* precisos e oportunidades de melhoria, permitindo uma tomada de decisão informada e baseada em dados;
5. **Estruturação e Organização dos Dados**: Uma vez coletados, os dados precisaram ser estruturados e organizados de maneira lógica e acessível dentro do aplicativo. Isso envolveu a definição de categorias, *tags* e formatos adequados para facilitar a análise e a visualização dos dados. Uma estruturação eficaz dos dados garante que o aplicativo seja capaz de fornecer informações úteis de maneira clara e concisa, capacitando os usuários a identificarem padrões e tendências significativas.
6. **Desenvolvimento do Aplicativo**: Por fim, com todas as etapas anteriores concluídas, o aplicativo de melhoria contínua foi desenvolvido utilizando a plataforma *Power Apps*. Com base nas necessidades identificadas, na fundamentação teórica, no mapeamento do processo e na estruturação dos dados, o aplicativo foi projetado para oferecer funcionalidades intuitivas e eficazes. O desenvolvimento do aplicativo marcou o culminar de um processo rigoroso e orientado a dados, com o objetivo final de aprimorar significativamente o processo de análise de dados da pintura e impulsionar a eficiência operacional.

Figura 5 - Etapas da metodologia



Fonte: Autoria Própria (2024)

3.3.ETAPAS GERAIS PARA O DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

Este estudo tem como foco a análise de um processo de inspeção da peça pintada onde é realizado o controle da espessura da camada de tinta. Tem como objetivo identificar o gargalo do processo e os pontos de melhoria, com intuito de implementar uma solução que abranja a transformação digital e os setores da Indústria 4.0. Pensando nisso, buscou-se analisar todos os aspectos necessários para atingir o objetivo. O estudo foi norteado por meio de três etapas principais:

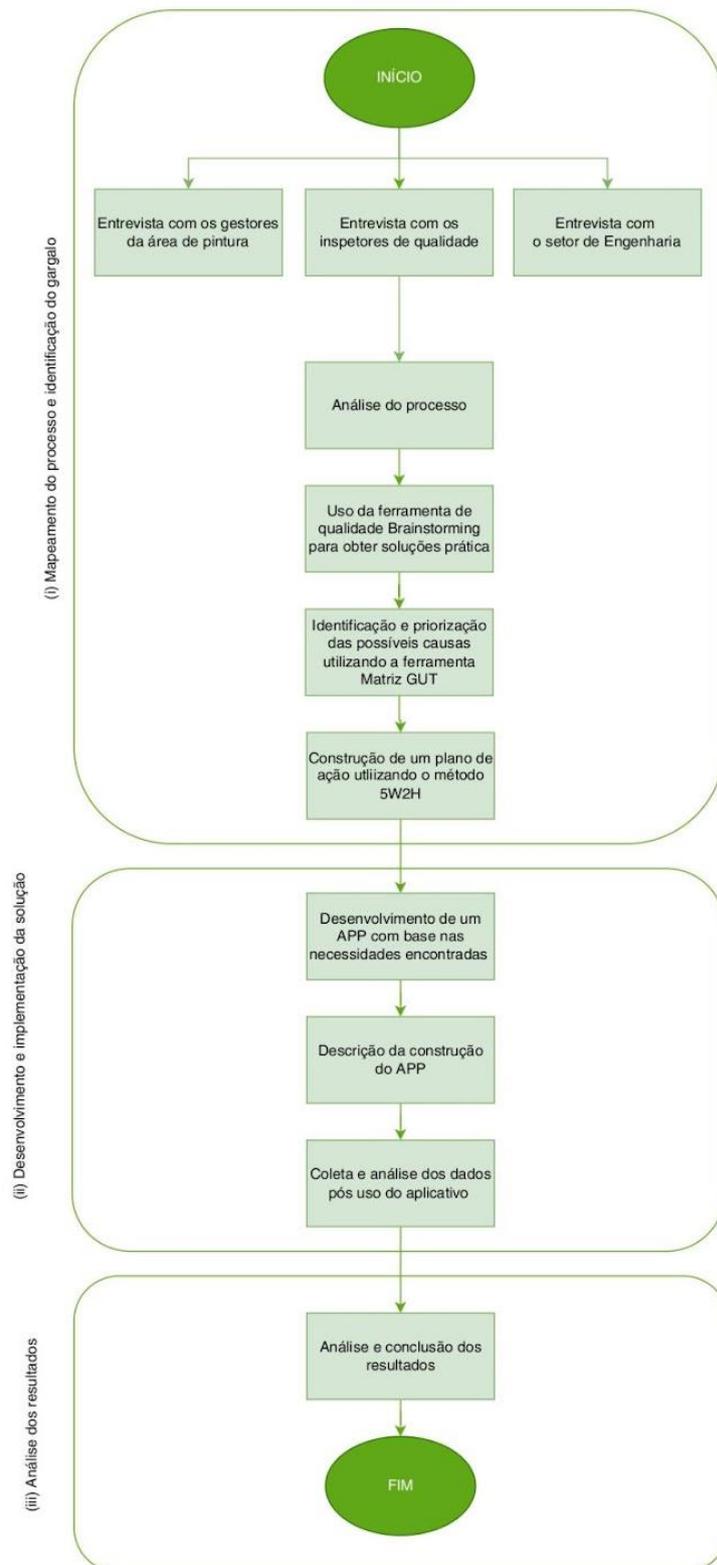
1. Mapeamento do processo e identificação do gargalo;
2. Desenvolvimento e implementação da solução;
3. Análise dos resultados obtidos.

Na etapa de Mapeamento do processo, foram realizadas algumas atividades, sendo elas:

- (1) Entrevista com os gestores da área de pintura com intuito de compreender a importância do processo e discorrer sobre as necessidades da equipe de gestão;
- (2) Entrevista com os inspetores de qualidade, com o propósito de entender o processo na prática e suas necessidades com a visão operacional;
- (3) Levantamento do ponto de vista do setor de engenharia em relação à problemática encontrada por ele a respeito da transcrição dos dados;
- (4) Análise dos processos por meio de fluxogramas;
- (5) Utilização de ferramentas da qualidade para obter soluções prática e eficientes, como a técnica Brainstorming;
- (6) Identificação e priorização das possíveis causas por meio da Matriz GUT;
- (7) Construção do Plano de Ação utilizando a ferramenta de gestão 5W2H.

Prosseguindo para Etapa 2, Desenvolvimento e implementação da solução, procedeu-se com a construção do aplicativo focado nas causas encontradas para atender a necessidade, descrevendo com detalhes a construção do aplicativo e por fim coletar os dados após a implementação do aplicativo. Na Etapa 3, análise dos resultados obtidos, foi considerada a síntese de todas as etapas mencionadas juntamente com o resultado da melhoria implementada. A Figura 6 representa uma explicação visual do projeto contemplando todas as etapas percorridas para a presente pesquisa.

Figura 6 - Fluxograma da Pesquisa



Fonte: Autoria Própria (2024).

3.4. COLETA E ANÁLISE DE DADOS

A coleta de dados foi realizada por meio de uma pesquisa semiestruturada que envolveu os setores de Pintura, Qualidade e Engenharia. O setor de pintura foi representado por sua supervisora, enquanto o setor de Qualidade foi representado por seus inspetores, e o Setor de Engenharia foi representado por uma estagiária e pelo seu gestor. A supervisora da pintura foi entrevistada com intuito de se conhecer o processo de pintura como também o processo de inspeção e sua importância para o produto. Com a supervisora houve ainda a revisão do formulário utilizado para anotar os dados coletados, revisando as informações presentes no formulário, classificando-as em necessárias e não necessárias.

A entrevista com os inspetores do setor de Qualidade se deu a fim de colher informações acerca do processo de inspeção de controle da espessura da camada de pintura. Durante a entrevista, foram feitas algumas perguntas-chave, tais quais:

- 1- O que vocês acham do formulário usado?
- 2 - Acredita que há informações desnecessárias no formulário?
- 3 -Acredita que tudo que vocês anotam tem 100% de acurácia?
- 4 - Vocês já pensaram em alguma melhoria para essa atividade?

Por fim, foram entrevistados os responsáveis setor de Engenharia, que utiliza os dados coletados dos inspetores para fazer análise da capacidade do processo. A entrevista foi breve pois a equipe já estava ciente da problemática.

3.4.1. Definição da problemática

No cenário atual, a empresa encontra-se com déficit de controle de dados virtual. O acesso físico de dados é visto como ultrapassado para os dias atuais, além de dificultar a busca por dados antigos, pode-se citar também a ineficiência com a segurança do documento. O presente trabalho busca detalhar o processo de coleta de dados realizado no setor de Pintura de uma empresa de injeção plástica automotiva, fornecedora de uma empresa líder global em tecnologia automotiva.

Diariamente, é feito o preenchimento de um formulário extremamente importante para qualidade e custo do processo, o formulário de Controle de Camada, que mede a espessura da camada de tinta aplicada na peça plástica. Todos os dias, o PCP, setor de Planejamento e Controle da Produção, programa a produção de cerca de 5 peças diferentes por turno, na qual, é realizado um teste por peça. Ressaltando que o controle de camada é feito por cada camada que é aplicada, sendo o cenário crítico, 3 camadas por

peça (primer, base e verniz), pode-se afirmar que são realizados aproximadamente 3 testes por peça, sendo 15 testes por turno. Considerando que o processo de pintura funciona em 2 turnos, estima-se que são realizados 30 testes por dia. Levando em consideração que o processo de pintura ocorre em uma jornada de 6 dias por semana, contabilizando 24 dias de trabalho no mês. Portanto, são realizados cerca de 720 relatórios de controle de camada em um mês. Fazendo um estudo a longo prazo, estima-se que são realizados cerca de 8640 testes anualmente, ou seja, uma quantidade considerável de documentos a serem analisados. O relatório deve ser preenchido para todas as peças que passam pelo processo de pintura, atualmente o setor de Pintura possui 27 peças. Portanto, nota-se uma grande demanda de preenchimento do formulário como também grande quantidade de documentos a serem guardados. Com intuito de esclarecer de forma visual a dimensão da quantidade de formulários preenchidos, o Quadro 3 expõe os dados quantitativos abordados.

Quadro 3 - Cenário da problemática

5 peças por dia	Totalizando 15 formulários por dia
2 turnos	
6 dias na semana	Totalizando 180 formulários por semana
4 semanas por mês	Totalizando 720 formulários no mês

Fonte: Aatoria Própria (2024)

Outro ponto considerado para esse estudo é a falta de acurácia nos dados coletados. Como dito anteriormente, o controle de camada é de extrema importância para qualidade da peça final, sendo ela uma variável quantitativa contínua, cujos valores são expressos em números que resultam de um número infinito de valores possíveis que podem ser associados a pontos em uma escala contínua. O valor coletado passa por uma inspeção de processos por amostragem utilizando a ferramenta de qualidade Carta de Controle de Processo (CEP), que permite monitorar e melhorar a qualidade de processos de produção e serviços. Os dados são colocados no software *Minitab* (Software estatístico utilizado em diversos setores e aplicações) para ser realizado o estudo de CP e CPK.

Devido ao processo de coleta da espessura ser manuscrito em um formulário, há a necessidade de transcrever os valores para uma planilha para em seguida serem colocados no *Minitab*, causando um alto índice de erro. Pode-se haver troca de valores na

hora de transcrever os números como também se equivocar com aquilo que está escrito. Os dados ao serem digitalizados devem estar fidedignos. Além da falta de acurácia, com o processo atual sendo feito manuscrito ocorre um retrabalho, devido à necessidade de digitalizar os valores para posteriormente inserir no *Minitab*.

Além disso, outros problemas foram encontrados ao longo do mapeamento do processo. Partindo da informação que há 27 peças a serem pintadas, algumas das quais possuem nomes iguais com apenas projeto diferentes. Os inspetores (pessoas responsáveis por fazer o controle de espessura de camada), ao preencher o formulário, muitas vezes não se atentam em colocar o projeto da peça, causando assim o erro. Para a pessoa da engenharia responsável por transcrever os valores, o erro do nome da peça pode gerar um resultado errado para o processo. Pode-se citar o exemplo de uma peça cujo nome fictício é “Peça X” que pertence ao projeto 551 e ao 551 GME, e recebe o nome de “551 Peça X” e “551 GME Peça X”, são peças diferentes em que, caso o formulário seja preenchido apenas com a descrição Peça X será tendenciado a erro, visto que não saberá com fidedignidade o projeto que está sendo analisado. Isso acarretará problemas a curto e/ou longo prazo caso ocorra alguma intercorrência no cliente. Dado isso, não saberá se foi erro do processo visto que foi digitado errado. Outro fator a ser pontuado, que também envolve a descrição da peça, é a determinação do lado da peça (RH ou LH) o que também influencia diretamente no resultado.

A análise de todos os pontos críticos do processo foi realizada juntamente com os setores de pintura, engenharia e qualidade por meio de uma entrevista semiestruturada, que possibilitou mais flexibilidade, abrindo espaço para o entrevistado falar abertamente sobre o processo. O questionário foi realizado de forma individual, em que foi solicitado que cada participante informasse o que mais o incomodava no processo em análise. Ao total foi entrevistado 7 pessoas (n=7), sendo uma supervisora da pintura (n=1), dois representantes da engenharia (n=2) e quatro inspetores de qualidade (n=4) que representaram o setor da qualidade do 1º e 2º turno. Ao término do questionário, a estagiária do departamento de engenharia procedeu à análise das respostas e observou a recorrência de determinados problemas, conforme ilustra o Quadro 4.

Quadro 4 - Identificação dos problemas

Problemas
Falta de acurácia nos dados transcritos
Falta de acurácia nos dados escritos

Perda dos formulários com os dados antigos
Difícil acesso de dados antigos
Uso excessivo de papel

Fonte: Autoria Própria (2024)

A compreensão da importância da espessura da camada de tinta é fundamental para garantir a qualidade e durabilidade do acabamento de produtos e estruturas pintadas. Quando a camada inspecionada for menor que a especificação, gera-se retrabalho, pois antes de completar a camada, as estruturas precisam ser todas lixadas para quebrar o brilho e proporcionar perfil de rugosidade e consequente aderência da tinta.

As perdas por baixa camada são: custos de mão de obra para lixamento das estruturas; material empregado no lixamento; tempo perdido devido a não poder pintar lotes seguintes e atrasos de entrega. Quando a camada inspecionada for maior a especificada, tem-se perda financeira, pois o cliente não pagará mais pela cobertura extra do substrato. A perda financeira acontece porque o tipo de tinta e a camada seca especificada geram os custos de pintura das estruturas, logo, quando o processo apresenta camada maior que a especificada, deposita-se mais tinta e este excesso não é pago pelos clientes.

3.5.APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

O processo de desenvolvimento e aplicação do modelo foi norteado de acordo com os quatro estágios do Ciclo PDCA, conforme serão apresentados abaixo:

3.5.1. Estágio 1 - *Plan* (Planejar)

Nesse estágio foram levantados todos os problemas presentes no processo com auxílio dos setores de produção e engenharia, a fim de contribuir para a definição das causas geradoras de erro e identificação de possíveis gargalos e pontos de melhoria no processo. Após acompanhamento e mapeamento do processo de preenchimento do formulário de forma síncrona e com a transição para um fluxograma, foi realizada uma reunião com os setores responsáveis: engenharia, qualidade e pintura. No encontro foi possível identificar possíveis causas para o problema abordado por meio da ferramenta da qualidade, Diagrama de *Ishikawa*. Com o uso dessa ferramenta foi possível otimizar e levar para o processo uma nova condição de qualidade.

Para priorização dos gargalos encontrados foi utilizado a ferramenta Matriz GUT. Foi solicitado aos gestores que eles atribuíssem pesos de 1 a 5 às problemáticas mencionadas nas seguintes categorias: gravidade, urgência e tendência. Após a atribuição dos pesos, foi realizado o cálculo com intuito de encontrar o grau de prioridade. Após o resultado da ferramenta e identificação da atividade que deve ser priorizada, foi realizado um *Brainstorm* envolvendo todos os setores, sendo possível mostrar a ideia inicial para solucionar a problemática. Portanto, almejando contemplar a temática de transformação digital e Indústria 4.0, foi proposto pelos gestores da engenharia a construção de um aplicativo de gestão de informação. O aplicativo deveria realizar a gestão dos dados virtuais como também eliminar erros provenientes da falha humana. Após a apresentação da solução, surgiram questionamentos e ideias para serem atribuídas à nova metodologia, desde o que poderia ser reaproveitado do formulário de papel até o que poderia ser retirado.

3.5.2. Estágio 2 - Do (Fazer)

Prosseguindo com a implementação do ciclo PDCA, chega-se à fase de execução (*DO*), na qual os planos elaborados anteriormente são postos em prática. Dessa forma, após a formulação do plano de ação, decidiu-se por desenvolver um aplicativo de gestão de informações para otimizar os processos controle da espessura da camada, visando reduzir a falta de acurácia nos dados transcritos. Para essa finalidade, optou-se pela utilização das ferramentas de desenvolvimento de baixo código (*Low-Code*) oferecidas pela *Microsoft Power Platform*. A *Microsoft Power Platform* é uma plataforma *Low Code* da Microsoft que permite que os usuários criem, automatizem e analisem aplicativos empresariais. A plataforma tem quatro produtos principais – *Power BI*, *Power Apps*, *Power Automate* e *Power Virtual Agents*.

Essas soluções permitem que qualquer pessoa, independentemente da habilidade técnica, crie soluções personalizadas para atender às necessidades específicas de suas organizações. As ferramentas oferecem aos usuários uma maneira de criar aplicativos, automatizar processos, tomar decisões baseadas em dados e construir agentes virtuais rapidamente e sem conhecimento de programação. A *Power Platform* está se tornando uma das melhores soluções de software flexíveis que permitem a transformação digital e outros avanços em um negócio. É uma ferramenta que possui inúmeras vantagens, tais quais estão listadas no Quadro 5:

Quadro 5 - Vantagens do uso da plataforma Power App

Vantagem	Descrição
Facilidade de manuseio	<i>Power Apps</i> oferece uma interface intuitiva e de arrastar e soltar, permitindo que usuários sem experiência em programação desenvolvam aplicativos facilmente.
Rápido desenvolvimento	Com o uso de modelos e conectores pré-construídos, é possível criar aplicativos rapidamente, reduzindo o tempo de desenvolvimento e aumentando a eficiência
Integração com outros serviços Microsoft	<i>Power Apps</i> se integra perfeitamente com outros serviços da <i>Microsoft</i> , como o <i>Office 365</i> , <i>SharePoint</i> , <i>One Drive</i> e <i>Dynamics 365</i> , permitindo que os aplicativos criados interajam com essas plataformas.
Customização flexível	A plataforma oferece amplas opções de personalização, permitindo que os aplicativos sejam adaptados às necessidades específicas de cada organização.
Baixo custo de implementação	<i>Power Apps</i> é uma solução de baixo custo em comparação com o desenvolvimento tradicional de aplicativos, permitindo que empresas de todos os tamanhos a utilizem para automatizar processos e melhorar a produtividade.
Escalabilidade	A plataforma é altamente escalável, podendo atender desde pequenas empresas até grandes organizações, garantindo que os aplicativos desenvolvidos possam crescer conforme as necessidades do negócio
Segurança	<i>Power Apps</i> possui recursos avançados de segurança, incluindo controle de acesso baseado em funções e conformidade com os padrões de segurança da <i>Microsoft</i> , garantindo a proteção dos dados empresariais.

Fonte: Autoria Própria (2024)

Inicialmente, o aplicativo foi concebido para abranger todas as informações anteriormente presentes no formulário em papel. No entanto, durante a realização de uma sessão de brainstorming, percebeu-se a inclusão de informações desnecessárias. Dessa forma, algumas delas foram eliminadas visando tornar o aplicativo mais funcional e otimizado. Por se tratar de uma atividade relativamente simples, o aplicativo foi construindo com apenas duas telas: uma inicial, destinada ao histórico de informações, e botões básicos (atualização e adição), e outra para a adicionar os dados que anteriormente eram preenchidos em papel. Em relação à segurança, o acesso ao aplicativo é restrito aos inspetores de qualidade, utilizando os dispositivos móveis fornecidos pela empresa. Toda

a construção do aplicativo foi realizada dentro da plataforma Power App, desenvolvida apenas na versão Telefone, pois, era o único meio disponível pela empresa para realização de testes automatizados.

3.5.3. Estágio 3 - Check (Verificar)

Dando continuidade as etapas do Ciclo PDCA, o estágio *Check* teve como finalidade verificar se o aplicativo estava com a funcionalidade prevista, de otimização do processo. A etapa envolveu a execução da instalação, configuração do aplicativo e a passagem para o setor produtivo. Foi disponibilizado um colaborador do setor da qualidade, para que ele pudesse testar o aplicativo durante um turno de trabalho. Nesta fase, foi possível comprovar que o aplicativo seria eficiente para o setor de qualidade, como também para o da engenharia, visto que, pode ter acesso aos dados coletados ao final do dia. O *feedback* recebido nesse estágio determinou as ações corretivas que foram realizadas na etapa seguinte, a fim de que o *APP* atenda as expectativas dos usuários forma eficiente

3.5.4. Estágio 4 - Act (Agir)

No quarto e último estágio do ciclo PDCA, "*Act*", ocorreu a implementação efetiva das ações corretivas encontradas nas fases anteriores. Nessa fase ocorreu a introdução do uso efetivo por parte dos colaboradores responsáveis, por meio dos treinamentos de capacitação, visto que a plataforma do aplicativo era uma novidade para a equipe, foi fundamental conduzir sessões de treinamento e acompanhamento para assegurar uma transição suave.

3.6.RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.6.1. Mapeamento do Processo e Análise da Problemática

O estudo foi realizado em uma fábrica automotiva de injeção e pintura plástica, especificadamente, no setor de qualidade da área produtiva de pintura. Foi realizado o mapeamento do processo de anotação dos dados coletados da inspeção da peça pintada, onde é medido a espessura de camada de componente químico (primer, base e verniz) que

vai na peça. O processo anterior a melhoria era realizado de forma manual, onde os valores eram inseridos em um formulário de papel, conforme mostra a Figura 7.

Em cada peça é alocado uma fita em três pontos distintos, essa fita é denominada Corpo de Prova, conforme mostra a Figura 8, a medição de camada é realizada nessa fita com um auxílio de um micrômetro, podendo ser observado na Figura 9. No formulário possui 3 campos que se repetem justamente para alocar os valores dos 3 pontos que são medidos. No campo “Camada”, “Result” é colocado o valor encontrado no micrômetro, percebe-se que há dois números, que são referentes ao valor máximo e mínimo medido naquele ponto.

Figura 7 - Formulário de controle de camada e aderência

DESCRÇÃO: Retax		CÓD. CLIENTE: 39503604		CÓD. SAP: 0000001340-m		PROJETO: 281	
DATA: 19/09/23		HORA: 9:17		SEMANA: 38		SKID: 26	
COR: Preto		FORNECEDOR: Axtilis		CORPOS DE PROVA - CAMADA			
VAZÃO PISTOLA		CAMADA		PRIMER	BASE	VERNIZ	
PRIMER:	100 ml/min	PRIMER:	RESULT.: 13-14 EXPEC.: 10-15				
BASE:	110 ml/min	BASE:	RESULT.: 15-17 EXPEC.: 15-20				
VERNIZ:	110 ml/min	VERNIZ:	RESULT.: 34-36 EXPEC.: 30-50				
RESPONSÁVEL: Simonelli		Classificação Aderência		PINTOR RESPONSÁVEL: Roberto	PINTOR RESPONSÁVEL: Igor	PINTOR RESPONSÁVEL: Olivan	
RESULTADO: Aprovado							
DESCRÇÃO:		CÓD. CLIENTE:		CÓD. SAP:		PROJETO:	
DATA:		HORA:		SEMANA:		SKID:	
COR:		FORNECEDOR:		CORPOS DE PROVA - CAMADA			
VAZÃO PISTOLA		CAMADA		PRIMER	BASE	VERNIZ	
PRIMER:	100 ml/min	PRIMER:	RESULT.: 12-13 EXPEC.: 10-15				
BASE:	110 ml/min	BASE:	RESULT.: 12-19 EXPEC.: 15-20				
VERNIZ:	110 ml/min	VERNIZ:	RESULT.: 32-35 EXPEC.: 30-50				
RESPONSÁVEL: Simonelli		Classificação Aderência		PINTOR RESPONSÁVEL: Roberto	PINTOR RESPONSÁVEL: Igor	PINTOR RESPONSÁVEL: Olivan	
RESULTADO: Aprovado							
DESCRÇÃO:		CÓD. CLIENTE:		CÓD. SAP:		PROJETO:	
DATA:		HORA:		SEMANA:		SKID:	
COR:		FORNECEDOR:		CORPOS DE PROVA - CAMADA			
VAZÃO PISTOLA		CAMADA		PRIMER	BASE	VERNIZ	
PRIMER:	100 ml/min	PRIMER:	RESULT.: 14-15 EXPEC.: 10-15				
BASE:	110 ml/min	BASE:	RESULT.: 16-18 EXPEC.: 15-20				
VERNIZ:	110 ml/min	VERNIZ:	RESULT.: 35-38 EXPEC.: 30-50				
RESPONSÁVEL: Simonelli		Classificação Aderência		PINTOR RESPONSÁVEL: Roberto	PINTOR RESPONSÁVEL: Igor	PINTOR RESPONSÁVEL: Olivan	
RESULTADO: Aprovado							

Fonte: Autoria Própria (2024)

Figura 8 - Peça para ser inspecionada



PONTO 1

PONTO 2

PONTO 3

Fonte: Autorial Própria (2024)

Figura 9 - Medição do corpo de prova



Fonte: Autorial Própria (2024)

Como visto acima, é um formulário extenso, com muito valores a serem preenchidos. A imagem acima é considerada um formulário cujo preenchimento foi realizado de forma correta, com todos os campos preenchidos, no entanto, a situação real do processo era outra. Como já mencionado, havia muita omissão de informação ao preencher os formulários, como mostra a Figura 10.

Figura 10 - Formulário de controle de camada e aderência incorreto

DESCRIÇÃO:		CÓD. CLIENTE:		CÓD. SAP:		PROJETO:	
DESCRIÇÃO: <i>kg 1000</i>		CÓD. CLIENTE:		CÓD. SAP:		PROJETO: <i>551</i>	
DATA: <i>23/11/22</i>	HORA: <i>15:43</i>	SEMANA: <i>47</i>	SKID: <i>34</i>	POSIÇÃO: <i>2</i>			
COR: <i>25</i>		FORNECEDOR: <i>MULT</i>		CORPOS DE PROVA - CAMADA			
VAZÃO PISTOLA		CAMADA		PRIMER	BASE	VERNIZ	
PRIMER:	<i>210</i> ml/min	RESULT.:	<i>10-10</i>				
BASE:	<i>200</i> ml/min	EXPEC.:	<i>4 - 15</i>				
VERNIZ:	<i>200</i> ml/min	RESULT.:	<i>24-22</i>				
		EXPEC.:	<i>12 - 24</i>				
		VERNIZ:	<i>30-31</i>				
		EXPEC.:	<i>30 - 60</i>				
RESPONSÁVEL:		Classificação Aderência		PINTOR RESPONSÁVEL:	PINTOR RESPONSÁVEL:	PINTOR RESPONSÁVEL:	
RESULTADO:							
DESCRIÇÃO:		CÓD. CLIENTE:		CÓD. SAP:		PROJETO:	
DESCRIÇÃO:		CÓD. CLIENTE:		CÓD. SAP:		PROJETO:	
DATA:	HORA:	SEMANA:	SKID:	POSIÇÃO:			
COR:		FORNECEDOR:		CORPOS DE PROVA - CAMADA			
VAZÃO PISTOLA		CAMADA		PRIMER	BASE	VERNIZ	
PRIMER:	ml/min	RESULT.:					
		EXPEC.:					
BASE:	ml/min	RESULT.:					
		EXPEC.:					
VERNIZ:	ml/min	RESULT.:					
		EXPEC.:					
RESPONSÁVEL:		Classificação Aderência		PINTOR RESPONSÁVEL:	PINTOR RESPONSÁVEL:	PINTOR RESPONSÁVEL:	
RESULTADO:							

CÓPIA CONTROLADA - Impresso por Yohanna Alves em 03/11/2022 Revisão 0

Fonte: Autoria Própria (2024)

Além da falta de precisão nos dados preenchidos, constatou-se uma considerável dificuldade em completar os campos do formulário de maneira adequada. Identificaram-se campos desnecessários a serem preenchidos pelo Inspetor de Qualidade, tais como a vazão de cada produto químico e a semana da pintura. Durante a reunião, foram discutidos quais elementos seriam ou não essenciais para inclusão no aplicativo. Esses campos adicionais tornavam a atividade mais demorada e ineficiente, resultando em perda de tempo para o processo. Conforme dito anteriormente, foram observados alguns campos com os códigos não foram preenchidos, o que dificulta a identificação da peça em inspeção. Mesmo que a equipe de engenharia consiga reconhecer de maneira geral qual peça está sendo mencionado no formulário, não é possível determinar o lado específico da peça em questão.

Outro aspecto que foi questionado diz respeito ao corpo de prova. Para a eliminação desse item, foi necessário contatar o cliente, visto que, por se tratar de uma empresa do ramo automotivo, é imprescindível seguir as normas automotivas. Qualquer modificação no processo requer aprovação do cliente. Para mapear a necessidade de mudança no processo, realizou-se uma análise minuciosa da documentação ao longo de um período de quatro dias, abrangendo uma amostra de 100 formulários. Durante essa análise, observou-se que diversos campos não estavam sendo preenchidos corretamente,

sendo alguns deles essenciais para o registro adequado das informações e outros não. Adiante, apresenta-se o Quadro 6 destacando os problemas mais frequentes identificados na análise dos formulários em papel.

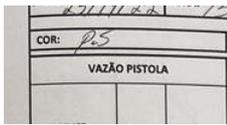
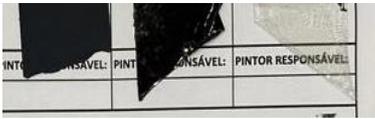
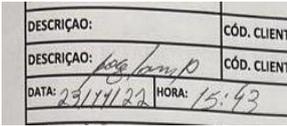
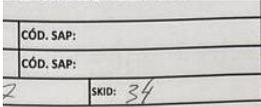
Quadro 6 - Problemas encontrados nos formulários

PROBLEMAS ENCONTRADOS	QTD.
Preenchimento errado da descrição da cor	89
Falta de preenchimento do nome do pintor	32
Falta de preenchimento do nome completo do produto	77
Falta de preenchimento do nº do SKID	64
Falta de preenchimento do código SAP	66
Falta de preenchimento da vazão	48
Falta de preenchimento da semana	76
Ausência do corpo de prova	15

Fonte: Autoria Própria (2024)

Com intuito de facilitar o encontro do erro, a Figura 11 evidência de forma clara alguns erros pontuados acima:

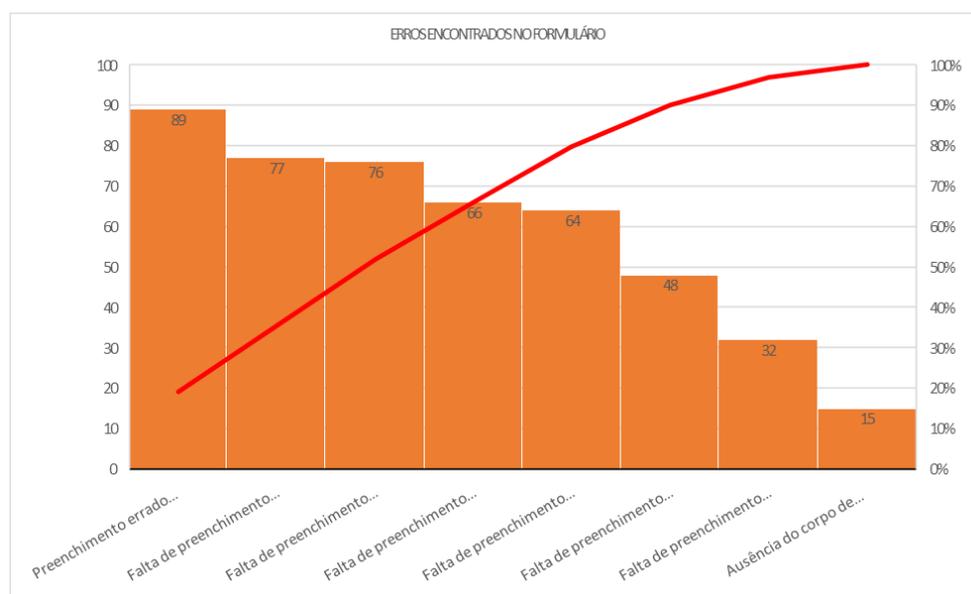
Figura 11 - Evidência dos erros encontrados

PROBLEMA	EVIDÊNCIA	DESCRIÇÃO
Preenchimento errado da descrição da cor		O nome correto da descrição seria Preto Shadon
Falta de preenchimento do nome do pintor		
Falta de preenchimento do nome completo do produto		
Falta de preenchimento do código SAP		

Fonte: Autoria Própria (2024)

Para melhor elucidar os valores encontrados acima, foi feito o Diagrama de Pareto (Figura 12), que é uma ferramenta utilizada com o intuito de identificar os principais problemas que resultam nas falhas e no mau desempenho dos processos. Após essa identificação cabe aos responsáveis pela produção, propor soluções para resolver esses problemas

Figura 12 - Diagrama de Pareto



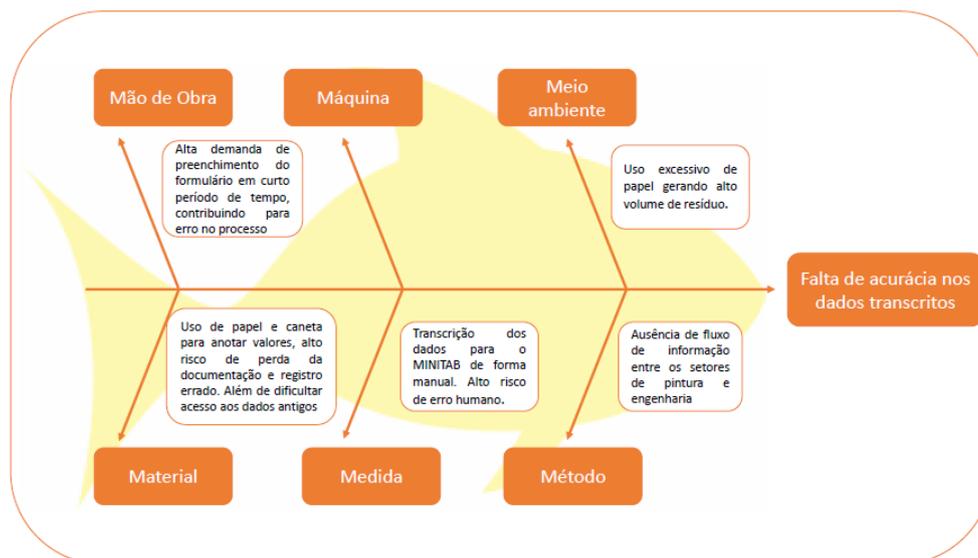
Fonte: Autoria Própria (2024)

3.6.2. APLICAÇÃO DO CICLO PDCA

3.6.2.1. Estágio 1 - *Plan* (Planejar)

Na etapa inicial do ciclo PDCA, foi realizado o diagnóstico do problema relacionado ao preenchimento manual do formulário de papel, que frequentemente resultava em erros de informação, sendo feito por meio de entrevistas com as áreas responsáveis. Utilizando ferramentas de análise como o Diagrama de Ishikawa (Figura 13), identificou-se as possíveis causas raízes que contribuam para esses erros.

Figura 13 - Diagrama de Ishikawa



Fonte: Autoria Própria (2024)

Dentre os fatores analisados estavam a legibilidade da escrita, a falta de padronização no preenchimento, a ausência de campos claros e específicos, entre outros. A utilização do Diagrama de Ishikawa permitiu uma compreensão mais abrangente do problema, facilitando a definição de estratégias para sua resolução na próxima fase do ciclo PDCA.

De maneira geral, o diagrama de causa e efeito, também denominado Diagrama de Ishikawa, categoriza os problemas em seis áreas: materiais, método, mão de obra, meio ambiente, máquina e medição. Em seguida, será explicado como as causas foram classificadas e sua influência na ocorrência do problema.

a) Material

Na categoria "material", englobam-se os elementos físicos empregados no processo. No contexto do preenchimento manual de valores com papel e caneta, os desafios relacionados ao material abrangem o considerável risco de perda da documentação física, bem como a potencial ocorrência de registros imprecisos devido a erros de escrita ou interpretação. Adicionalmente, a utilização de papel e caneta dificulta o acesso aos dados históricos, uma vez que estes são mantidos de forma física, tornando sua recuperação ou consulta menos acessível quando necessário.

- **Medida:** Dentro da categoria “Medição” estão envolvidos processos relacionados à coleta e transcrição de dados. O alto risco de erro humano é proeminente ao transcrever dados manualmente para o *MINITAB*. A entrada

manual de dados aumenta o potencial de imprecisões, o que pode afetar a qualidade e a confiabilidade da análise estatística realizada;

- Método: Na categoria “Métodos” são considerados os procedimentos e processos utilizados para realizar uma tarefa específica. Os problemas associados a esta abordagem incluem a falta de comunicação eficaz e coordenada entre estes departamentos, no contexto da falta de fluxo de informação entre os departamentos de pintura e engenharia. Isto pode levar a atrasos na transferência de informações relevantes e dificuldade em identificar e resolver questões relacionadas à qualidade ou eficiência do processo de pintura;
- Mão de obra: Na categoria "mão de obra", são abordados os aspectos relacionados aos colaboradores envolvidos no processo. No contexto da alta demanda de preenchimento do formulário em um curto período, os desafios associados à mão de obra incluem a pressão sobre os trabalhadores para concluir as tarefas dentro de prazos apertados. Essa sobrecarga pode contribuir para erros no processo, já que os colaboradores podem sentir-se pressionados a realizar o trabalho de forma rápida, comprometendo a precisão e a qualidade das informações registradas;
- Meio Ambiente: Na categoria "meio ambiente", são considerados os impactos ambientais gerados pelo processo. No contexto do uso excessivo de papel, destacam-se os problemas relacionados à geração de um alto volume de resíduos. O uso indiscriminado de papel contribui para o desperdício de recursos naturais, além de aumentar a quantidade de resíduos sólidos que necessitam de descarte adequado. Isso pode resultar em impactos negativos ao meio ambiente, como a poluição do solo e da água, bem como a emissão de gases de efeito estufa durante o processo de decomposição dos resíduos;

Além disso, é importante mencionar que a empresa busca a certificação ISO 14001, que é um padrão internacional para sistemas de gestão ambiental. A redução do uso excessivo de papel e a minimização da geração de resíduos seria um passo importante para atender aos requisitos dessa certificação, contribuindo para a preservação ambiental e demonstrando o compromisso da empresa com a sustentabilidade.

Posteriormente a realização do diagrama de causa e efeito (Diagrama de *Ishikawa*) e toda a análise minuciosa realizada, foi feita a utilização da ferramenta Matriz GUT para

a priorização das causas. O Quadro 7 mostra os problemas e as respectivas ordens de prioridade.

Quadro 7 - Matriz GUT

Problema	G (Gravidade)	U (Urgência)	T (Tendência)	G x U x T
Falta de acurácia nos dados transcritos	5	4	4	80
Falta de acurácia nos dados escritos	4	4	3	48
Perda dos formulários com os dados antigos	3	3	2	18
Difícil acesso de dados antigos	3	2	2	12
Uso excessivo de papel	2	1	2	4

Fonte: Autoria Própria (2024)

Após encontrado o grau de prioridade de cada problemática, foi realizada uma reunião com todos os participantes do processo, utilizando a técnica Brainstorm, foi possível propor soluções para a problemática. Identificaram-se fatores comuns entre os problemas, tais como a utilização de papel para armazenar informações, um gerenciamento deficiente de dados e desperdício de tempo e falta de acurácia nos dados escritos e transcritos. Todas as soluções chegaram a um consenso de que seria viável para o processo implementar um aplicativo de baixa codificação afim de facilitar o processo de gestão de informação. Para o desdobramento das ações e monitoramento foi utilizada a ferramenta 5W2H como plano de ação, conforme ilustrada o Quadro 8:

Quadro 8 - Plano de Ação

PROBLEMA	5W					2H	
	WHAT (O QUE)	WHY (POR QUE)	WHERE (ONDE)	WHO (QUEM)	WHEN (QUANDO)	HOW (COMO)	HOW MUCH (QUANTO CUSTA)
Alta demanda de preenchimento do formulário em curto período de tempo, contribuindo	Criação de aplicativo para gestão de informações relacionadas ao processo de	Notou-se a necessidade de criação de um sistema de informação automatizado	Filial Nordeste	Autor	Dezembro /2023	Será utilizada uma plataforma a <i>LOW CODE</i> , o <i>Power App</i>	Programas inclusos na licença office 365 pagos pela empresa

do para erro no processo	controle de camada	ado para auxílio no processo de inspeção e arquivamento dos dados					
Uso excessivo de papel gerando alto volume de resíduo	Criação de aplicativo para gestão de informações relacionadas ao processo de controle de camada	Notou-se a necessidade de criação de um sistema de informação automatizado para auxílio na redução do uso de papel, visando atender requisito de sustentabilidade	Filial Nordeste	Autor	Dezembro /2023	Será utilizada uma plataforma a <i>LOW CODE</i> , o <i>Power App</i>	Programas inclusos na licença office 365 pagos pela empresa
Uso de papel e caneta para anotar valores, alto risco de perda da documentação e registro errado. Além de dificultar acesso aos dados antigos	Criação de aplicativo para gestão de informações interligadas a uma base de dados	Notou-se a necessidade de criação de um sistema de informação automatizado para auxílio redução do uso de papel, visando atender requisito de sustentabilidade	Filial Nordeste	Autor	Dezembro /2023	Será utilizada uma plataforma a <i>LOW CODE</i> , o <i>Power App</i>	Programas inclusos na licença office 365 pagos pela empresa

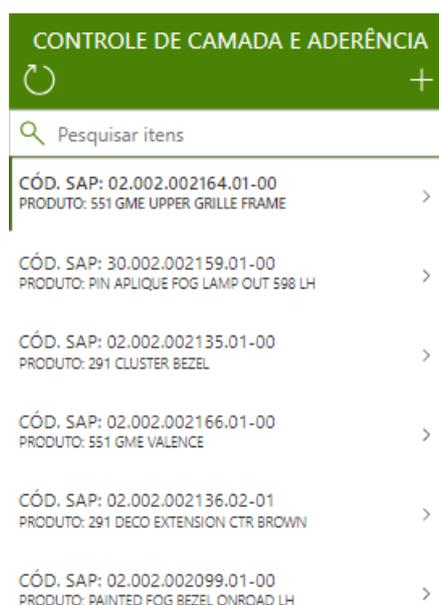
Transcrição dos dados para o MINITA B de forma manual. Alto risco de erro humano	Uso da base de dados para copiar os valores e alocar no MINITA B	Notou-se a necessidade de se haver uma base de dados para coletar os dados de forma prática e segura	Filial Nordeste	Autor	Dezembro /2023	Será utilizada a base de dados <i>One Drive</i> para armazenamento dos dados	Programas inclusos na licença office 365 pagos pela empresa
Ausência de fluxo de informação entre os setores de pintura e engenharia	Uso da base de dados que permite visualização em tempo ágil	Notou-se a necessidade de se haver uma base de dados que pudesse ser vista em tempo ágil	Filial Nordeste	Autor	Dezembro /2023	Será utilizada a base de dados <i>One Drive</i> para armazenamento dos dados	Programas inclusos na licença office 365 pagos pela empresa

Fonte: Autoria Própria (2024)

3.6.2.2. Estágio 2 - Do (Fazer)

O Estágio 2 foi marcado pela construção do aplicativo. Considerado um aplicativo de interface simples e dinâmica a fim de atender a necessidade do momento, portanto possui apenas duas telas, a tela Inicial e a tela de preenchimento do formulário. Foi utilizado a plataforma *Power App* para o desenvolvimento do aplicativo que recebeu o nome de Controle de Camada e Aderência. A tela inicial é elucidada na Figura 14.

Figura 14 - Tela inicial do APP



Fonte: Aatoria Própria (2024)

A tela inicial possui elementos dinâmicos e de fácil compreensão permitindo aos funcionários responsáveis pela utilização interagirem com o aplicativo. A tela inicial é composta por:

- **Botão de atualização:** Assim o inspetor de qualidade consegue atualizar os dados preenchidos;
- **Botão de adição:** esse ícone é responsável por direcionar o funcionário ao preenchimento do formulário virtual;
- **Pesquisar:** O funcionário tem a possibilidade de pesquisar um formulário específico a partir do número da peça ou também denominado “CÓD. SAP”.

A segunda tela é a de responder o formulário, os usuários têm a capacidade de visualizar e responder o formulário.

- **CÓD. SAP:** Possui uma lista suspensa que permite o operador selecionar o número da peça afim de garantir precisão e evitar erros de entrada manual. Este campo identifica exclusivamente o produto no sistema, fornecendo um código único para

referência e rastreamento. A Figura 15 mostra como é vista a lista suspensa pelo usuário.

Figura 15 - Tela de preenchimento CÓD.SAP

CONTROLE DE CAMADA E ADERÊNCIA

CÓD. SAP

Selecione

02.002.002099.01-00

02.002.002099.02-00

02.002.002133.01-01

02.002.002134.01-00

02.002.002135.01-00

1º Turno 2º Turno

INSPETOR

MATÉRIA-PRIMA PRIMER

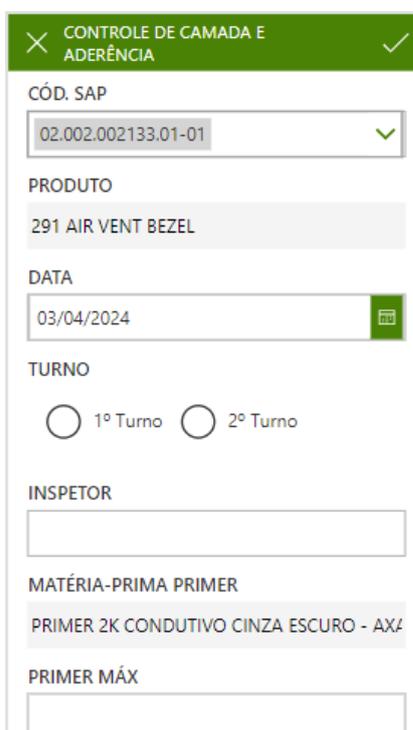
PRIMER MÁX

Fonte: Autoria Própria (2024)

- **PRODUTO:** O nome do produto é automaticamente inserido com base no código SAP correspondente. Isso simplifica o processo de entrada de dados, eliminando a necessidade de inserção manual e reduzindo o risco de inconsistências nos dados.
- **DATA:** Este campo permite ao usuário inserir a data em que a inspeção está sendo realizada. A data é crucial para o registro e a rastreabilidade das informações coletadas. Ela é inserida de forma manual, porém já é pré-definida a data do dia. Automaticamente o APP reconhece a data e pré-define para o usuário apenas dá um “OK”.
- **TURNO:** O usuário pode selecionar o turno durante o qual a inspeção está ocorrendo. Isso é importante para o acompanhamento do desempenho ao longo do tempo e para identificar possíveis padrões de variação

- **INSPETOR:** Este campo permite que o usuário insira o nome do inspetor responsável pela coleta dos dados. Isso ajuda na atribuição de responsabilidades e na manutenção de registros precisos.
- **MATÉRIA-PRIMA PRIMER:** Este campo exibe a matéria-prima utilizada no processo, preenchida automaticamente com base nas especificações do produto e do código SAP correspondente. Isso garante consistência nos registros e facilita a análise dos dados. A Figura 16 demonstra os tópicos 2, 3,4,5.

Figura 16 - Tela principal parcialmente preenchida



CONTROLE DE CAMADA E ADERÊNCIA

CÓD. SAP
02.002.002133.01-01

PRODUTO
291 AIR VENT BEZEL

DATA
03/04/2024

TURNO
 1º Turno 2º Turno

INSPETOR

MATÉRIA-PRIMA PRIMER
PRIMER 2K CONDUTIVO CINZA ESCURO - AXA

PRIMER MÁX

Fonte: Autoria Própria (2024)

- **PRIMER MÁX:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor máximo da camada conforme estabelecido no plano de inspeção no qual deve seguir.
- **PRIMER MÍN:** Aqui, o usuário pode inserir o valor mínimo da camada medida conforme estabelecido no plano de inspeção no qual deve seguir.
- **PRIMER MÁX_PT01:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor máximo da camada medida durante a inspeção referente ao ponto 01 da peça. Isso é essencial para avaliar a conformidade do produto com os padrões de qualidade estabelecidos.

- **PRIMER MÍN_PT01:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor mínimo da camada medida durante a inspeção referente ao ponto 01 da peça. Isso é essencial para avaliar a conformidade do produto com os padrões de qualidade estabelecidos
- **PRIMER MÁX_PT02:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor máximo da camada medida durante a inspeção referente ao ponto 02 da peça
- **PRIMER MÍN_PT02:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor mínimo da camada medida durante a inspeção referente ao ponto 02 da peça
- **PRIMER MÁX_PT03:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor máximo da camada medida durante a inspeção referente ao ponto 03 da peça
- **PRIMER MÍN_PT03:** Neste campo, o usuário pode inserir o valor mínimo da camada medida durante a inspeção referente ao ponto 03 da peça.

A Figura 17 mostra como são adicionados esses valores. Outro ponto que foi levado em consideração para o preenchimento dos campos é que onde é posto valores numéricos, o campo é travado apenas para valores numéricos, não permitindo o usuário digitar qualquer letra.

Figura 17 - Tela Principal

A imagem mostra a interface principal de um sistema de controle de qualidade. No topo, há uma barra de título verde com o texto "CONTROLE DE CAMADA E ADERÊNCIA" e ícones de fechar (X) e confirmar (✓). Abaixo, há uma lista de campos de entrada, cada um com um rótulo à esquerda:

- PRIMER MIN
- PRIMER MÁX_PT1
- PRIMER MIN_PT1
- PRIMER MÁX_PT2
- PRIMER MIN_PT2
- PRIMER MÁX_PT3
- PRIMER MIN_PT3

Cada rótulo está seguido por um campo de entrada retangular branco com uma borda cinza.

Fonte: Autoria Própria (2024)

- **PINTOR RESPONSÁVEL:** Este campo permite ao usuário inserir o nome do pintor responsável pela aplicação ou inspeção da camada de pintura, se aplicável. A inclusão deste campo é essencial para rastrear e atribuir responsabilidades específicas em cada etapa do processo de produção. Isso contribui para a garantia da qualidade do produto final, ao mesmo tempo em que facilita a comunicação e a resolução de problemas, caso necessário. O preenchimento manual deste campo pelo usuário ajuda a manter registros precisos e atualizados sobre quem esteve envolvido em cada fase do processo de produção

Os outros campos possuem o mesmo intuito dos campos de preenchimento de Primer, mudando apenas o nome para Base e Verniz, conforme ilustra a Figura 18. Ao final da tela principal terá também o Campo de aderência que é preenchido com valor numérico estabelecido conforme plano de inspeção disponibilizado para o inspetor.

Figura 18 - Campos referentes a Base

CONTROLE DE CAMADA E ADERÊNCIA

PINTOR RESPONSÁVEL_PRIMER

MATÉRIA-PRIMA BASE

BASE MÁX

BASE MIN

BASE MÁX_PT1

BASE MIN_PT1

BASE MÁX_PT2

BASE MIN_PT2

Fonte: Autoria Própria (2024)

Essa tela proporciona uma interface intuitiva e eficiente para a entrada de dados durante o processo de inspeção, garantindo a precisão e a consistência das informações

coletadas. Além disso, a automação de certos campos minimiza o tempo necessário para a entrada manual de dados, aumentando a eficiência operacional do usuário.

3.6.2.3. Estágio 3 – Check (Conferir)

Na terceira fase do projeto, foram realizadas anotações detalhadas que foram armazenadas de forma segura no banco de dados do OneDrive, que foi utilizado o Excel Online, o que proporcionou uma maneira organizada e acessível de registrar informações, além disso, a facilidade de transcrição dos dados para o *Minitab* foi destacada, simplificando ainda mais a interpretação e o uso dessas informações para análise estatística e tomada de decisões fundamentadas.

A Figura 19 evidencia como ficou a base dados. Com o auxílio do filtro do Excel online foi possível fazer a busca pelo número da peça e assim conferir os dados referentes aquele produto.

Figura 19 -Base de dados.

CÓD. SAP	PRODUTO	DATA 2	TURNO	INSPECTOR	MATÉRIA-PR	PRIME	PRIMER N	PRIMER	PRIME	PRIMER	PRIME	PRIME	PRIME	PINTO
02.002.002099.01-00	PAINTED FOG BEZEL ONROAD LH	01/04/2024		1 Emanuele	PRIMER 2K CO	25	2	11	9	5	4	8	7	Igor
02.002.002099.02-00	PAINTED FOG BEZEL ONROAD RH	01/04/2024		1 Emanuele	PRIMER 2K CO	25	2	9	9	5	4	9	7	Josem
02.002.002138.02-01	291 DECO EXTENSION RH BROWN	01/04/2024		1 Emanuele	PRIMER SURFA	25	2	20	16	18	15	15	15	Josem
02.002.002099.01-00	PAINTED FOG BEZEL ONROAD LH	01/04/2024		1 Emanuele	PRIMER 2K CO	25	2	22	20	19	15	17	17	Josem
02.002.002158.01-00	551 MID GRILLE PAINT	01/04/2024		1 Wellington	PRIMER 2K CO	25	2	20	18	22	22	23	1	Josem
02.002.002139.01-00	291 KIN BEZEL PAINTED	01/04/2024		2 Raquel	PRIMER 2K CO	25	2	20	17	18	18	24	23	Josem
02.002.002166.01-00	551 GME VALENCE	01/04/2024		1 Wellington	PRIMER 2K CO	25	2	22	21	19	15	20	20	Josem
02.002.002135.01-00	291 CLUSTER BEZEL	01/04/2024		2 Raquel	PRIMER SURFA	25	2	22	21	20	19	19	19	Leand
02.002.002141.01-02	291 FRT APLIQUE INJECTED LH	01/04/2024		2 Raquel	PRIMER SURFA	25	2	21	20	19	17	17	17	Leand
02.002.002141.02-02	291 FRT APLIQUE INJECTED RH	01/04/2024		2 Raquel	PRIMER SURFA	25	2	22	20	19	18	22	22	Leand
02.002.002133.01-01	291 AIR VENT BEZEL	01/04/2024		2 Raquel	PRIMER 2K CO	25	2	21	17	24	22	16	16	Leand
02.002.002136.01-01	291 DECO EXTENSION CTR	01/04/2024		2 Raquel	PRIMER SURFA	25	2	22	19	23	20	22	22	Leand

Fonte: Autoria Própria (2024)

Concomitantemente, uma reunião abrangente foi conduzida com a participação de toda a equipe multidisciplinar para avaliar se as melhorias implementadas verdadeiramente beneficiaram todos os setores envolvidos. Durante esse encontro, a opinião dos diversos setores foi amplamente discutida e considerada. A equipe de qualidade enfatizou a redução significativa no tempo necessário para preenchimento de dados, demonstrando a eficácia das mudanças implementadas.

Da mesma forma, a engenharia expressou sua satisfação ao obter acesso ágil e prático aos dados, contribuindo para uma tomada de decisão mais eficiente. Por fim, o setor de pintura reconheceu a melhoria, pois percebeu que as alterações implementadas estavam diretamente relacionadas aos processos inerentes ao seu setor. Essas reflexões destacam a abrangência e o impacto positivo das melhorias realizadas, validando a eficácia do processo de aprimoramento contínuo adotado.

Foi realizado reuniões estratégicas de alinhamento com o propósito de coletar feedbacks cruciais sobre o desempenho e a eficácia do aplicativo desenvolvido. Durante os encontros, foram discutidos detalhadamente os pontos fortes e fracos da implementação e uso prático do aplicativo. O principal problema identificado foi a não possibilidade de utilizar o aplicativo simultaneamente com a base de dados logada.

3.6.2.4. Estágio 4 – Act (Agir)

No estágio final do projeto, foi realizado as ações corretivas para solucionar a problemática encontrada no estágio anterior. Teve como solução o estabelecimento da análise do banco de dados uma vez ao dia ao final do expediente comercial.

Após melhorias implementadas foi feito o “*Ramp up*”, terminologia usada para designar o início da produção em série, do aplicativo foi realizado, visando avaliar seu desempenho em condições reais de operação. Durante essa fase, foram minuciosamente analisadas quaisquer falhas ou deficiências no aplicativo, como erros de submissão de dados ou lentidão no processamento.

A equipe de engenharia demonstrou agilidade e eficiência ao identificar e solucionar imediatamente os impasses encontrados, com o objetivo de garantir a eficiência e a confiabilidade do aplicativo, garantindo sua funcionalidade. Essa abordagem proativa e colaborativa contribuiu significativamente para a melhoria contínua do sistema, assegurando sua capacidade de atender às necessidades e expectativas dos usuários de forma consistente e confiável.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo central o desenvolvimento de um aplicativo de baixa programação com o propósito de aprimorar o processo de coleta e análise de dados do processo de inspeção do setor de pintura. Para atingir esse objetivo, uma série de etapas foi empreendida, culminando em resultados significativos e impactantes.

Inicialmente, foi realizado um minucioso mapeamento do processo de inspeção da peça pintada, permitindo uma compreensão abrangente das atividades envolvidas e identificação de áreas passíveis de melhoria. A análise desses processos revelou pontos de congestionamento na produção, bem como oportunidades de otimização que poderiam ser exploradas para aumentar a eficiência operacional e a qualidade dos produtos finais.

Com base nessa análise, foi concebido e implementado o aplicativo utilizando ferramentas *Low Code*. Este aplicativo foi projetado com a finalidade específica de reduzir e mitigar os erros de identificação e transcrição dos dados. Ao simplificar e agilizar esses processos, o aplicativo contribuiu para uma maior agilidade operacional, tomada de decisão mais informada e melhoria contínua do desempenho geral da indústria.

Durante o processo de implementação e uso prático do aplicativo, foi possível constatar sua eficácia e impacto positivo sobre as operações da indústria. Através de reuniões estratégicas e feedbacks dos usuários, foi possível validar a utilidade e relevância do aplicativo, bem como identificar áreas adicionais de aprimoramento e desenvolvimento futuro.

A implementação do aplicativo impactou positivamente nos seguintes aspectos: (i) ganho de produtividade e redução do tempo operacional; (ii) confiabilidade no processo; (iii) armazenamento adequado das informações; (iv) geração de informações em tempo real; (v) custos integração de informações entre os departamentos; (vi) redução de papel, e; (vii) redução dos. O presente trabalho demonstra o potencial transformador da inovação digital no contexto industrial, impulsionando a eficiência, competitividade e sustentabilidade a longo prazo.

Portanto, conclui-se que o uso do aplicativo desenvolvido se demonstrou altamente benéfico, promovendo uma significativa melhoria no processo de coleta e análise de dados da indústria, impulsionando a eficiência operacional e a qualidade dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

- ABNT NBR ISO 9001:2015: Sistemas de gestão da qualidade - requisitos. Rio de Janeiro, 2015. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
- ANFAVEA, Associação Nacional dos Fabricantes de Veículos Automotores. Anuário da Indústria Automobilística Brasileira: Reindustrialização. 2023. Disponível em: <https://anfavea.com.br/site/wp-content/uploads/2023/05/anuario-ATUALIZADO-2023-ALTA_compressed.pdf> Acesso em: 29 de dezembro de 2023.
- ANTÓNIO, N. S.; TEIXEIRA, A.; ROSA, A. Gestão da qualidade - de Deming ao Modelo de Excelência da EFQM. 2. ed. rev. e aum. Lisboa: Sílabo, 2016.
- ARAÚJO, André Luiz Santos de. Gestão da Qualidade: implantação das ferramentas 5S's e 5W2H como plano de ação no setor de oficina em uma empresa de automóveis na cidade de João Pessoa-PB. João Pessoa, 2017 Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Produção Mecânica) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2017.
- ARKTIS. Indústria 4.0, a Quarta Revolução Industrial. Arktis, dez, 2015. Disponível em: <https://www.arktis.com.br/a-quarta-revolucao-da-industria/>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2023.
- BARRETO, L., AMARAL, A., & PEREIRA, T. (2017). Industry 4.0 implications in logistics: an overview. *Procedia Manufacturing*, 13(1), 1245-1252.
- BATISTA, Emerson de Oliveira. Sistema de Informação: o uso consciente da tecnologia para o gerenciamento. São Paulo: Saraiva, 2004
- BEGHELLI, P. 2015. Dicas para aplicar e combinar o ciclo PDCA com outras ferramentas de gestão. Disponível em: <https://www.evidencequalidade.com.br/noticias/dicas-para-aplicar-e-combinar-o-ciclodpca-com-outras-ferramentas-de-gestao-por-paula-beghelli> Acesso em: 06 de março de 2024.
- BERTO, Heron. INDÚSTRIA 4.0 prevê modernização nas fábricas. Terra, 17 de janeiro de 2023. Disponível em: <https://www.terra.com.br/noticias/industria-4-0-preve-modernizacao-nas-fabricas,ce81f359812a843ee85ba67d479a437au0ry6j1p.html?utm_source=clipboard>. Acesso em: 29 de dezembro de 2023
- BERTULUCCI, Cristiano Silveira. "O Que é Indústria 4.0 e Como Ela Vai Impactar o Mundo". Disponível em: <<http://www.citisystems.com.br/industria-4-0/>>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.
- BESSANT, J.; CAFFYN, S.; GALLAGHER, M. An evolutionary model of continuous improvement behavior. *Technovation*, v. 21, p. 67-77, 2000. [http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972\(00\)00023-7](http://dx.doi.org/10.1016/S0166-4972(00)00023-7)

- BROCKA, Bruce, BROCKA, M. Suzanne. Gerenciamento da Qualidade. São Paulo: Makron Books, 1994.
- CASSAPO, Felipe. Indústria 4.0 – Indústria - em Revista – Abr a Jun/2016 | Ano III n° 10, p. 14 – 20).
- CERTIFICAÇÃO IATF 16946. SGS, 08 de março de 2020. Disponível em: <<https://www.sgs.com/pt-br/noticias/2020/03/iatf-16949>> Acesso em: 29 de dezembro de 2023.
- Choo, C. W. Information management for the intelligent organization: the art of scanning the environment. 2. ed. Information Today, 1998.
- COFFEY, F; LAYDEN, J. American On Wheels - The first 100 years: 1896 - 1996. Los Angeles: General Publishing Group, 1996.
- COLUSSI, Joana; HANGAI, Luís Antônio.” Indústria 4.0: empresas investem em fábricas inteligentes”.2015. Disponível em: < [https://wellelaser.com/industria-4-0-empresas-investem-em-fabricas-inteligentes/.](https://wellelaser.com/industria-4-0-empresas-investem-em-fabricas-inteligentes/)> Acesso em: 27 de dezembro de 2023.
- COSTA, Marília Maria Roslindo Damiani. Procedimentos para aplicação de mapas semânticos como estratégia para criação do conhecimento organizacional 2003. 195 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, 2003.
- CRUZ, Elaine Patrícia. PIB da cultura e indústrias criativas supera o do setor automotivo. Agência Brasil.São Paulo, 10 de abril. de 2023. Disponível em: <<https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2023-04/pib-da-cultura-e-industrias-criativas-supera-o-do-setor-automotivo>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2023
- D’ASCENSÃO, Luiz Carlos M. Organização, sistemas e métodos: análise, redesenho e informatização de processos administrativos. São Paulo: Atlas, 2001.
- DAVENPORT, Thomas H. Ecologia da informação: porque só a tecnologia não basta para o sucesso na era da informação. São Paulo: Futura, 1998.
- DAVIS, Bob. (2019). Stuck On Your Digital Transformation Journey? Learn To Map Your Value Stream. Forbes. Disponível em: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/04/30/stuck-on-your-digitaltransformation-journey-learn-to-map-your-value-stream/?sh=383bd0c64f5a>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2024.
- DE ARAUJO, Jurema et al. Tecnologias de informação e gestão do conhecimento na indústria 4.0. 2019.
- DEBASTIANI, C. A., Definindo Escopo em Projetos de Software. São Paulo:

Novatec, 2015.

DELLA BRUNA JUNIOR, Emílio; ENSSLIN, Leonardo; ENSSLIN, Sandra Rolim. Seleção e análise de um portfólio de artigos sobre avaliação de desempenho na cadeia de suprimentos. GEPROS. Gestão da Produção, Operações e Sistemas, Bauru, SP, v. 7, n. 1, p. 113-125, 2012.

EDSON, Paladini e MARLY, Carvalho. Gestão da Qualidade, Teorias e casos. 2. Ed. Campus, 2012.

GUIMARAES, Leandro. “Big data na indústria 4.0: entenda a relação”. Disponível em: <<https://www.knowsolution.com.br/big-data-industria-4-0-entenda-relacao/>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2023

JOHN MACDOUGALL. (n.d.). The Complete Guide To Microsoft PowerApps. Retrieved July 4, 2020, from <https://www.howtoexcel.org/powerapps/powerapps-guide/>

KLASSMANN, A. B.; BREHM, F. A.; MORAES, C. A. Percepção dos funcionários dos riscos e perigos nas operações realizadas no setor de fundição. Rev. Est. Tecnológicos. v. 7, n. 2, p. 142-162, mai/dez 2011.

JUNIOR, Emílio Della Bruna et al. Um diagnóstico empresarial sob a perspectiva do ciclo de vida organizacional e comportamento do empreendedor. Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas, n. 4, p. 25-25, 2012.

KAPLAN, Abraham. A Conduta na Pesquisa. São Paulo: EDUSP, 1969.

KEPNER, Charles H.; TREGOE, Benjamin B. O administrador racional. São Paulo: Atlas, 1981.

KING, B.; SCHLICKSUPP, H. Criatividade: uma vantagem competitiva. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 1999.

KOCH, V.; KUGE, S.; GEISSBAUER, R.; SCHRAUF, S. Industry 4.0: Opportunities and challenges of the industrial internet. Strategy and Company, 2014.

LAKATOS, Eva Maria, MARCONI, Marina de Andrade. Metodologia do trabalho científico. 6.ed. São Paulo: Atlas, 2001.

LAMANNA, Charles. Gartner names Microsoft a Leader in Enterprise Low-Code Application Platforms 2019 Magic Quadrant. Disponível em: . Acesso em: 25 de fevereiro de 2024.

LAUDON, K. C.; LAUDON, J. P..Sistemas de Informação Gerencial. 7ª edição. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2007

- LUCENA, F. G. S. Gestão da qualidade: setor de saúde. [2011]. Disponível em: <http://www.ufjf.br/oliveira_junior/files/2011/08/Gestão-da-qualidade-slides.pdf> . Acesso em: 07 de março de 2024.
- LUCINDA, Marco Antônio. Análise e Melhoria de Processos - Uma Abordagem Prática para Micro e Pequenas Empresas. Simplíssimo Livros Ltda, f. 66, 2016. 106 p.
- MARANHÃO, M. ISO série 9000: manual de implementação. 6. ed. Rio de Janeiro: Qualitymark, 2001.
- MATTAR, F. N. Pesquisa de marketing: edição compacta. São Paulo: Atlas, 1996
- MELLO, A. E. N. S. Aplicação do mapeamento de processos e da simulação no desenvolvimento de projetos de processos produtivos. 2008. 116 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá 2008 Disponível em: <<https://repositorio.unifei.edu.br/xmlui/handle/123456789/1695>> Acesso em: 07 de março de 2023.
- MICROSOFT. Power Platform, 2022. Disponível em: <<https://powerplatform.microsoft.com/pt-br/>> Acesso em: 25 de fevereiro de 2023.
- MIGUEL, Paulo. Qualidade: Enfoques e Ferramentas. 1. Ed. Artliber, 2001.
- MONTGOMERY, Douglas C. Introdução ao Controle Estatístico da Qualidade. 4ª ed. Rio de Janeiro: LTC, 2004
- O' BRIEN, James A. Sistemas de informação e as decisões gerenciais na era da internet. São Paulo: Saraiva, 2002. p. 437.
- OLIVA, Jaime Tadeu. A cidade sob quatro rodas. O automóvel particular como elemento constitutivo e constituidor da cidade de São Paulo: o espaço geográfico como componente social. Tese (Doutorado), Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.
- OLIVEIRA, Djalma de Pinheiro Rebouças de. Sistemas, Organização & Métodos: uma abordagem gerencial. 10ª ed. São Paulo: Atlas, 1998.
- OSBORN, A. F. 1962. O poder criador da mente: princípios e processos do pensamento criativo. Ed. Ibrasa.
- PERIARD, Gustavo. Matriz GUT: Guia Completo, 2011. Disponível em: <<http://www.>
- POMPÍLIO, Jota. Brasil ocupa a nona posição como maior fabricante do mundo em veículos. Disponível em: < <https://www.portalin.com.br/road-in/brasil-ocupa-a-nona-posicao-como-maior-fabricante-do-mundo-em-veiculos/>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2023.
- RAMIRO, D. A maior aposta da Ford. Revista Veja: Economia e Negócios, pp. 108-109, mai. 2002

- RITTHALER, R. (2017). Digital Transformation Made Simplr. Hewlett Packard Enterprise. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/095540962.191611233?journalCode=rpmm20>. Acesso 15 de fevereiro de 2024.
- SACOMANO J.B. Indústria 4.0: Conceitos e Fundamentos. Ed. Blucher. São Paulo, 2018.
- SAMBA DIGITAL, Transformação digital no Brasil. Ano 2021. Disponível em: <<https://sambadigital.sambatech.com/>>. Acesso em: 26 de dezembro de 2023
- SCARTEZINI, Luís Maurício Bessa. Análise e melhoria de processos. Goiânia, 2009.
- SCHOR, Tatiana. Da rabeta ao 4X4: a expansão da modernidade (e seu colapso) na fronteira norte do Brasil. In: Ciência e Ambiente. N. 37 (jul./dez. 2008), p. 61-72. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria-RS, 2008
- SCHUH, Günther; ANDERL, Reiner; DUMITRESCU, Roman; KRUGER, Antonio; HOMPEL, T Michael. Industrie 4.0 Maturity Index Managing the Digital: Transformation of Companies. In: National Academy of Science and Engineering (2020), p. 7
- SCHWAB, K. The fourth industrial revolution. Crown Business, New York, 2016.
- SERRES, Michel. L'INNOVATION ET LE NUMÉRIQUE. Université Paris I Panthéon-Sorbonne. 2013. Disponível em: <<https://www.canal-u.tv/chaines/universite-paris-1/michel-serres-l-innovation-et-le-numerique>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2023.
- SETOR automotivo tem faturamento de US\$ 39,6 bilhões no Brasil. Automotive Business, São Paulo, 11 de março de 2022. Disponível em: <<https://automotivebusiness.com.br/pt/posts/setor-automotivo/setor-automotivo-tem-faturamento-de-us-396-bilhoes-no-brasil/#:~:text=A%20gera%C3%A7%C3%A3o%20de%20tributos%20diretos,est%C3%A1%20dispon%C3%ADvel%20para%20download%20aqui.>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2023.
- sobreadministracao.com/matriz-gut-guia-completo/>. Acesso em: 04 de março de 2024.
- STAIR, Ralph M. Princípios de sistemas de Informação: uma abordagem gerencial. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1998.
- Zhang, Z., Waszink, A., & Wijngaard, J. (2000). Na instrument for measuring TQM implementation for Chinese manufacturing companies. International Journal of Quality & Reliability Management, 17(7), 730-755. <http://dx.doi.org/10.1108/02656710010315247>.

The True Cost of Paper in Your Business Operations. Disponível em:
<https://www.linkedin.com/pulse/true-cost-paper-your-business-operations-joe-alvarez/>.

Acesso em: 28 de abril de 2024.