INOVA+
Cadernos de Graduação da Faculdade da Indústria

PROPOSTA PARA SISTEMATIZAR O FMEA COM AS BASES DE DADOS DOS PROCESSOS PRODUTIVOS PARA UMA INDÚSTRIA AUTOMOTIVA TOMAR DECISÃO ASSERTIVA

Bacharelado em Engenharia de Produção
Período: 5º
Bacharelado em Sistema de Informação
Período: 7º

Orientadoras
Professora Me. Rosilda do Rocio do Vale
Professora Me. Denice Lusa

Autores
Arthur Balmanto Pereira
Bruno Felipe Ramos
Bruno Vinicíus Fiorentin
Gabriel de Souza Bizinelli
Gabriele Pietrala Monteiro
Jego Antonio Novakoski
Matheus Novitzki Bueno

RESUMO

O presente estudo é uma pesquisa de campo, realizado no setor da pintura de uma empresa automotiva a qual está localizada na cidade de São José dos Pinhais. Tendo como objetivo geral apresentar uma proposta para sistematizar o FMEA. Com a sistematização será possível o preenchimento da planilha, proporcionando assim o entendimento de forma assertiva, e os objetivos específicos são identificar as principais causas do problema; buscar alternativas de solução para as causas priorizadas; elaborar um plano de ação para as causas priorizadas. Os quais foram atingidos, pois foram identificadas as causas, foram buscadas alternativas de soluções a partir das quais foi elaborado o plano de ação, que considerando se a empresa colocar em prática as alternativas de soluções propostas, a mesma conseguirá realizar o preenchimento da planilha, com base nos dados necessários, podendo definir como deverá ser o padrão das informações e tendo a devida restrição de áreas para os colaboradores. Todo o trabalho foi desenvolvido através da obtenção de entendimento teórico e prático através da pesquisa de campo, pesquisas bibliográficas, pesquisa documental, pesquisa de internet, artigo científico, entrevista informal e observação não participativa. A identificação das doze causas foi feita por meio de um *brainstorming* elaborado entre a equipe de pesquisa e demonstradas no diagrama da árvore, e após a identificação das causas primárias e secundárias, foi realizada a priorização de cinco causas através da matriz GUT. Para buscar alternativas de soluções foi utilizado pesquisa em artigo científico, *benchmarking* e *brainstorming*, na sequência foi elaborado o plano de ação com soluções para reduzir ou eliminar o problema utilizando a ferramenta 5W2H, que são: criar um sistema com restrição de áreas; padronizar o preenchimento da planilha FEMEA; criar um modelo de planilha para usar como referência; acrescentar no sistema um local de registro de dados; aplicar treinamento para os colaboradores do setor sobre o uso do sistema a ser implantado.

Palavras-chave: 1 - FMEA. 2 - Processo Produtivo. 3 - Tomada de Decisão.

1. INTRODUÇÃO

Segundo Mellal (2017) o mundo contemporâneo é composto por diversas tecnologias que no passado não existiam como, por exemplo, internet, computadores portáteis, celulares com acesso à internet etc. Se bem utilizadas, proporcionam maior agilidade, controle e impulsionam qualquer trabalho realizado, de modo a garantir maior produtividade na realização de tarefas.

Diante desse contexto, nota-se que as tecnologias da atualidade são aplicadas em diversas áreas como Tecnologia da Informação (TI), Recursos Humanos (RH), Gestão de Pessoas, Administração das empresas, na melhoria dos processos, entre outras.

Assim, para que uma empresa ou organização possam se adaptar ao mercado e, principalmente, aos concorrentes de mesmo segmento, faz-se necessário que inovem e se utilizem de serviços e tecnologias cada vez mais avançados.

De acordo com Santos (2022) o FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), trata-se de uma ferramenta, com o intuito de preservar falhas e analisar riscos, utilizando meios para reconhecer causas e efeitos, por meio deste identificar ações para mitigar ou eliminar falhas.

Ainda para Santos (2022) a Análise dos Modos de Falha e seus Efeitos (FMEA), resume-se em meio para aumentar a confiança nos processos e produtos, fazendo com que exista uma organização de produtos de forma hierárquica e precaução quanto as possíveis falhas. Desta forma para Santos (2022), o déficit no processo operacional, se relaciona ao modo de falha, de forma que sejam dividis em três elementos, sendo que o efeito consiste na consequência da falha, enquanto a causa é um indicador do motivo pelo qual a falha ocorreu e a detecção uma maneira do controle do processo, utilizada para evitar falhas em potencial.

Portanto, a finalidade do FMEA é identificar, delimitar e traçar, utilizando meios sistêmicos, aquilo que não é semelhante, ou seja, os modos de falhas que surgiram durante o processo, além de identificar causas e efeitos. Visto que, por meio da prevenção será possível minimizar reduzir ou extinguir os riscos de falhas.

Diante disso este trabalho tem como finalidade a inserção da tecnologia, a fim de que o modelo FMEA utilizado pela empresa seja sistematizado, sanando todas as dificuldades encontradas por ela.

2 MÃOS NA MASSA

Nesta etapa é apresentado o contexto da empresa, os objetivos, a metodologia utilizada e a fundamentação teórica.

2.1 CONTEXTO DA SITUAÇÃO NA EMPRESA

As informações apresentadas a seguir foram obtidas por meio dos sites da empresa e/ou fornecidas pela empresa.

A planta de de São José dos Pinhais no estado do Paraná foi inaugurada em1999 e tem área total de 1,3 milhão m², dos quais 305 mil m² são de área construída.

A unidade de São José dos Pinhais foi construída com um layout pioneiro: Body Shop, Paint Shop e Áreas de montagem final que convergem para o Centro de Comunicação, um edifício triangular onde estão concentrados os escritórios administrativos, jardins de inverno, agências bancárias e lanchonetes. O objetivo é integrar todas as áreas e o fluxo de informações, favorecendo a melhoria contínua da qualidade. A ideia é que todas as áreas trabalhem interagindo entre si. Cada equipe pode discutir e resolver questões relacionadas ao processo de produção imediatamente. O Centro de Comunicação também abriga laboratórios e salas de medição. A unidade possui um sistema logístico avançado, com 8 fornecedores instalados dentro do terreno, formando o Parque Industrial.

A fábrica de São José dos Pinhais usa tecnologia avançada através do processo de produção, como soldagem a laser e tinta à base de água na pintura de carpintaria, proibindo a emissão de solventes e usando um processo avançado de tratamento de efluentes. A unidade paranaense também faz parte do conceito global "*ThinkBlue*. Fábrica.".

Em escritórios e áreas de produção, um dos destaques é o uso da iluminação natural em grande escala, através do uso de telhas transparentes de policarbonato.

A fábrica em São José dos Pinhais utiliza a natureza a seu favor, com uma estação meteorológica instalada no prédio da Loja de Tintas, para monitorar como estatísticas climáticas, tais como a temperatura externa, em relação à área e volume de chuva. Com os dados, a unidade é capaz de racionalizar o uso de energia e gás natural para controlar a forma precisa a quantidade de água fria ou quente para ar-condicionado em cabines de pintura automotiva. As cabines de pintura usadas com temperatura e umidade controladas não podem interferir com as mudanças.

A empresa é certificada pela ISO 14001, norma global que atesta a boa gestão ambiental das organizações, a unidade possui um processo avançado de tratamento de efluentes, que trata o esgoto convencional e industrial.

A unidade de São José dos Pinhais também é pioneira no uso de água utilizada em testes realizados pelos bombeiros. O procedimento é realizado semanalmente e é obrigatório por lei.

No que se refere ao fluxo do processo do setor de pintura da empresa de São José dos Pinhais, primeiramente a carroceria passa no setor de VBH/KTL que é feito o desgraxe da

carroceria, em seguida passa pelo pré-tratamento, onde a carroceria recebe uma camada de zinco e depois passa pelo banho do KTL (e *coat*) que é uma tinta que dá proteção anticorrosiva na carroceria, portanto após o banho do KTL, a carroceria passa em um forno para a cura do KTL.

Depois desse processo, a carroceria segue para o setor do PVC, onde é aplicada uma massa, que é chamado de PVC, em todas as junções entre chapas. O setor do PVC é dividido em 3 partes: tem o GAD que faz toda a vedação de cofre do motor e interno da carroceria, a UBS: que faz a vedação do assoalho e caixa de roda e por último o FAD, onde é feito os cordões nas gramagens de portas, tampa dianteira e traseira, com isso, a carroceria segue para um forno de pré cura da massa e passa pelo setor de preparação, lixamento do KTL, que faz uma preparação antes de aplicar o primer.

Na etapa de preparação é retirada as sujeiras de PVC, pérolas de solda sobre a superfície e escorridos de KTL. Depois de feito isso, segue para a aplicação de primer que primeiramente aplica-se manualmente o primer no cofre do motor e em seguida, é realizada a aplicação automática no externo da carroceria. O primer serve para proteger a camada de KTL dos raios UV e nivelamento da superfície. A carroceria segue para um forno, que faz a cura total da massa de PVC e da camada de Primer.

Para continuidade a carroceria vai para o setor de preparação para a *basecoat* ou que é chamado de lixamento do Primer, onde é feito toda uma inspeção de possíveis falhas na superfície, essas falhas podem ser sujeiras, fervura de Primer, escorridos etc.

Após a inspeção a carroceria segue para a cabine de pintura, onde é aplicado *basecoat* (cor de base) manualmente em toda a parte interna da carroceria e aplicação automática na parte externa, na sequência passa pelo forno intermediário, que é uma pré cura da base e na sequência seguindo até o verniz, onde é aplicado manualmente o verniz em todo o interno (soleiras, coluna A, B e C e portas) e aplicação automática em todo o externo da carroceria, na continuidade a carroceria passa pelo forno de cura do verniz e chega até o *Finish*, onde é feito uma inspeção da superfície interna e externa e feito alguns polimentos pontuais para a retirada de sujeiras oriundas do processo.

Caso a carroceria esteja em conformidade ela segue para a próxima etapa que é o dekor, porém se apresentar alguma não conformidade, precisa ir para o Spot, onde são realizados os retrabalhos mais pesados, contudo se o spot não conseguir retrabalhar, a carroceria é enviada para a repintura e a carroceria passa pelo lixamento do Primer, base e verniz novamente.

No dekor é feito a colocação de frisos e logos, após isso a carroceria segue para a aplicação de cera fria em regiões ocas de portas e essa aplicação é toda automatizada. Depois segue para a cera quente ou fluten, que também é aplicado em regiões ocas da carroceria como

(assoalho, caixa de ar, interno de longarina). Após realizado este processo, a carroceria segue para a montagem.

Diariamente o Audit ZP5A faz avaliações de qualidade em carrocerias aleatoriamente e fazendo uma amostra por turno, que serve como indicador para a produção e em caso de falhas que tenham um peso maior, a produção deve apresentar plano de ação e fazer uma rastreabilidade no processo, portanto os critérios de falhas são: falha A que é falha grave a qual (afeta a segurança ou entrada de água) mas dificilmente são encontradas falha A no ZP5A e geralmente são encontradas falhas B e C1 essas falhas são sujeiras em regiões em que o cliente enxerga, falha em aplicação de PVC, falta de tinta, coladoras ou escorridos, fervura de tinta.

Visto que é uma empresa bem renomada e de grande porte no mercado, em visita na empresa e a partir de informações obtidas junto ao padrinho Emerson, visualizou-se um problema, que a empresa ainda não está usufruindo de tecnologias mais avançadas para o processo do FMEA.

Diante disso surgiu a oportunidade de sistematizar o FMEA com as bases de dados dos processos produtivos, desta forma deixando o FMEA funcional para a tomada de decisão assertiva da empresa, pois como o padrinho Emerson descreveu que existe FMEA, porém é feito e alimentado em uma planilha de Excel, sendo que quem desenvolveu os dados da planilha utilizada atualmente foi um antigo estagiário que fazia parte da empresa, porém acabou o contrato do mesmo e se retirou da empresa, mas ainda não foi terminado por completo com todos os dados da planilha, sendo que em auditorias sempre são apontadas questões relacionadas ao FMEA.

De acordo com o padrinho, é difícil trabalhar com dados no Excel, pois se algum colaborador alterar uma letra, já pode mudar toda a equação. Visto, que as pessoas que trabalham atualmente com essa planilha não têm conhecimento de onde o estagiário parou e, não tem informações de quem realizou a última atualização na planilha, ou seja, qualquer um que tenha acesso, poderia fazer alterações sem ninguém saber quem foi.

Como a solução necessita de conhecimento da área de programação, percebeu-se a necessidade de realizar o trabalho juntamente com a equipe de BSI, os quais entendem de TI para desenvolver um sistema que vai alinhar os três padrões que existe na empresa e colocar de forma fixa em um aplicativo. Desta forma sempre que alguém fazer uma alteração automaticamente será atualizado todas as informações necessárias para desenvolver o FMEA.

2.2 OBJETIVOS

Os objetivos, tanto geral, como específicos estão apresentados a seguir, ambos visam a minimização do problema encontrado buscando ações que possam ser retificadoras para ele.

2.2.1 Objetivo Geral

Apresentar uma proposta para a empresa sistematizar o FMEA com as bases de dados dos processos produtivos para a tomada de decisão assertiva.

2.2.2 Objetivos Específicos

a) identificar as principais causas do problema;
b) buscar alternativas de solução para as causas priorizadas;
c) elaborar um plano de ação para as causas priorizadas.

2.3 METODOLOGIA

A pesquisa de campo, refere-se de uma pesquisa que envolve observações representativas das ações e estudos, a fim de explicar a percepção e sua definição envolvendo o aprendizado e a concepção do problema para estudos posteriores fora da sala de aula (PIANA, 2009). A pesquisa de campo foi realizada no dia 22 de março de 2022.

Conforme Marconi e Lakatos (2010) a pesquisa bibliográfica, ou de fontes secundárias, abrange toda bibliografia já tornada pública em relação ao tema de estudo. Com isso, o nosso trabalho teve a finalidade de colocar o pesquisador em contato direto com tudo o que foi escrito sobre o tema em estudo. Sendo assim, foram consultados livros e artigos cientificos para elaborar a fundamentação teórica.

Para Santos (1999, p.30) pesquisa documental é quando “as informações coletadas são baseadas em documentos que ainda não receberam organização, tratamento analítico e publicação”. Portanto, para a pesquisa documental a empresa disponibilizou alguns documentos sobre o FMEA, que é utilizado dentro da empresa e um documento padrão da empresa, de como precisa ser observado para chegar nas devidas conclusões sobre cada erro encontrado, para se desenvolver o trabalho.

Conforme Cendon (2000) a pesquisa de internet está trazendo inúmeras possibilidades de pesquisa para professores e alunos, dentro e fora da sala de aula. A facilidade de, digitando duas ou três palavras nos serviços de busca, encontrar múltiplas respostas para qualquer tema é uma facilidade deslumbrante, impossível de ser imaginada há bem pouco tempo. No presente trabalho

foram realizadas pesquisas na internet para obter informações mais ampla sobre os assuntos a serem abordados na fundamentação teórica, para encontrar informações sobre a empresa.

O artigo científico, segundo Severino (2007) é considerado uma síntese de resultados, onde uma publicação acadêmica elaborada por um ou mais autores definidos, segue uma pauta apresentando e discutindo ideias ou métodos, baseadas em diversas áreas do conhecimento. O artigo em seu desenvolvimento, em diversos casos será acompanhado por um professor ou educador, onde ele terá o papel de orientador. Severino (2007) ainda relata que se fará necessário desenvolvimento em casos de trabalhos acadêmicos ou processos avaliativos de conclusão de curso superior, situações em que é necessário apresentar teses ou sínteses. O artigo científico, foi utilizado para obter o embasamento teórico e o devido conhecimento, assim auxiliando no desenvolvimento do presente trabalho.

A entrevista informal foi utilizada para a obtenção de dados da empresa. Segundo Júnior e Júnior (2011) as entrevistas podem ser classificadas em: informais, focalizadas, por pautas e formalizadas. O tipo de entrevista informal é o menos estruturado possível e só se distingue da simples conversação, pois tem como objetivo básico a coleta de dados.

Tanto a entrevista informal quanto a observação não participativa e o *brainstorming*, foram realizadas no dia 22 de março de 2022 na visita à fábrica, com todos os membros da equipe junto com o responsável do setor da pintura e padrinho da equipe o Senhor Emerson Santos Zavatti, utilizou-se o método para entender qual, seria o problema a ser tratado dentro da empresa, assim foi possível obter o auxílio no entendimento de fato do problema a ser tratado, sendo discutido sobre o trabalho com a coleta de informações do assunto e seus respectivos objetivos.

De acordo com Ferreira, Torrecilha e Machado (2012) a observação não participativa ou não participante, é uma forma de observação onde os sujeitos que praticam o processo ou a ação, não sabem que estão sendo observados e o observador não está diretamente envolvido no processo e não interage com a situação que está sendo observada, assim o observador apreende como realmente ocorre o processo.

Segundo Nóbrega, Neto e Santos (1997) o *brainstorming* é um método utilizado em reuniões em grupo, em que os participantes possuem a autonomia de apresentar suas ideias, sem se preocupar com a visão do próximo, com a possibilidade de esclarecer problemas, causas e soluções.

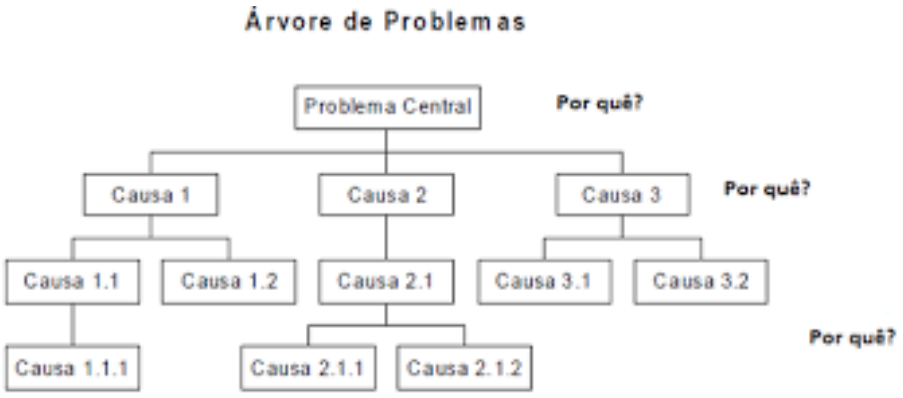
De acordo com Madeira (1999), o *International Benchmarking Clearinghouse* (IBC), o *benchmarking* é um processo sistemático e contínuo de medida. Trata-se de um processo para medir e comparar continuamente os processos empresariais de uma organização em relação aos líderes mundiais. Essa ferramenta tem como objetivo obter informações que podem ajudar a organização com ações para melhorar seu desempenho.

Foi utilizado o *benchmarking*, como um comparativo das práticas, serviços e produtos utilizadas por concorrentes e líderes no segmento para tentar identificar algo que seja útil para a melhoria da estratégia da empresa, visando a sua eficiência.

Conforme Carpinetti (2012) o diagrama da árvore é uma ferramenta que tem por objetivo o detalhamento de uma ação ou atributo em níveis hierárquicos. Pode ser usada, por exemplo, para desdobrar os requisitos de um produto ou para desdobrar objetivos de desempenho por diferentes áreas de uma empresa a partir de um objetivo geral de melhoria. Pode também ser usada para desdobrar atividades de um processo de desenvolvimento de produto. O diagrama da árvore também é usado para representar a estrutura de componentes de um produto (árvore de produto) ou para representar a estrutura funcional de uma organização (organograma).

O diagrama da árvore, foi usado para identificar e priorizar as causas a partir do problema tratado no presente trabalho, com visão nos objetivos para qual o caminho certo que se deve seguir. A figura 1 mostra um exemplo do Diagrama da Árvore a qual define a ferramenta.

FIGURA 1 – EXEMPLO DO DIAGRAMA DA ÁRVORE



FONTE: TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO (2013).

De acordo com César (2013) a Matriz GUT é uma matriz que tem como escopo priorizar os problemas partindo da análise realizada no processo, considerando sempre os critérios de gravidade, urgência e tendência. Onde o critério de gravidade deverá considerar o quanto os problemas impactam os processos e pessoas envolvidas nele, observando sempre os efeitos negativos de médio e longo prazo caso o problema seja solucionado.

Portanto, neste estudo a Matriz GUT foi utilizada para priorizar as causas identificadas, para que se possa gerenciar as prioridades conforme a gravidade, urgência e tendência de cada uma das causas em relação ao problema.

Segundo Alves (2021) a metodologia do 5W2H consiste em um plano de ação, que procura a resolução das adversidades dentro da indústria, sendo um feitio real na conduta de tomada da ação. De acordo com Alves (2021) o 5W2H corresponde às palavras em inglês, conforme a seguir:

a) *What*? – O que será feito?

b) *When*? – Quando será feito?

c) *Why*? – Por que fazer?

d) *Where*? – Onde será feito?

e) *Who*? – Quem fará?

f) *How*? – Como será feito?

g) *How much*? – Quanto custará?

A ferramenta da qualidade 5W2H, para Alves (2021) é uma maneira de estabelecer e sintetizar uma proposta com a divisão das atividades, ordenando suas ações e anotações para serem associadas com o problema a ser tratado. A figura 2 mostra um exemplo de 5W2H a qual define a ferramenta.

FIGURA 2 – EXEMPLO DO 5W2H

Matriz 5W2H

Projeto: _____ Data: ___ /___ /_____

O QUÊ? (what)	QUEM? (who)	ONDE? (where)	QUANDO? (when)	POR QUÊ? (why)	COMO? (how)	QUANTO? (how much)
Etapas	Responsáveis	Local	Tempo	Justificativa	Método	Custo
Que ação será executada?	Quem irá executar/participar da ação?	Onde será executada a ação?	Quando a ação será executada?	Por que a ação será executada?	Como a ação será executada?	Quanto custa para executar a ação?

FONTE: MOKI (2022).

O 5W2H, é utilizado no presente estudo para que após a identificação e priorização das causas, montar um plano de ação para apresentar o plano de ação para solucionar as causas que estão gerando o problema identificado.

2.4 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Para contextualizar esta etapa do trabalho, serão fundamentos temas relacionados ao problema e as alternativas de solução, os quais foram baseados em pesquisas bibliográficas em livros e artigos científicos.

2.4.1 Qualidade

Conforme Lopes (2014) a preocupação com a qualidade dentro das organizações existe desde o início do século XX, no entanto, “as diversas formas pelas quais as empresas planeiam, definem, obtêm, controlam, melhoram continuamente e demonstram a qualidade, tem sofrido grandes evoluções ao longo dos últimos tempos, respondendo a mudanças políticas, econômicas e sociais”.

De acordo com o Lobo (2019) segundo a norma ISO[1] 8402, a qualidade consiste na totalidade das características de uma entidade que lhe confere a capacidade de satisfazer necessidades explícitas e implícitas dos clientes, sendo assim, de acordo com o autor, temos as seguintes definições: **entidade** - é uma indústria fabricante ou uma empresa de prestação de serviços; **necessidades explícitas** - são as demandas especificadas em contrato; **necessidades implícitas** - são demandas que a empresa precisa satisfazer, embora não especificadas em contrato, para obter um diferencial competitivo.

Segundo Machado (2012) a ISO 9001 – sistema de gestão da qualidade, exige que haja na empresa um sistema de gerenciamento de qualidade que envolva toda a empresa, desde a alta direção até o colaborador cuja atividade seja mais simples dentro dessa empresa.

Segundo Palácio (2018) a ISSO/TS 16949 é uma especificação técnica da ISSO que agrupa as normas dos sistemas de qualidade automotiva existentes que são: brasileira, alemã, americana, francesa e italiana. Ela especifica os requisitos dos sistemas de qualidade para desenvolvimento, produção, instalação e assistência técnica de produtos das indústrias automotivas.

2.4.2 Gestão da Qualidade

Conforme Mendes (2007) a gestão da qualidade total como modelo de gestão teve origem no Japão e foi adoptado posteriormente por empresas norte-americanas e europeias. Autores como Deming, Juran, Crosby, Feigenbaun, Taguchi, Ishikawa, entre outros, são considerados os grandes mestres da gestão da qualidade e descreveram em seus trabalhos alguns princípios fundamentais para a implementação deste novo modelo.

Conforme Lobo (2019) a gestão da qualidade é responsabilidade de todos os níveis da gestão, mas deve ser conduzida pela alta gestão da empresa. Sua implementação envolve todos os membros da organização, uma vez que ele dá ênfase aos aspectos econômicos, portanto esse conceito engloba todas as atividades da função geral da gestão que determinam a política da qualidade, os objetivos e as responsabilidades, e os implementam por meios como o planejamento da qualidade, o controle da qualidade, a garantia e a melhoria da qualidade, no âmbito do sistema da qualidade.

Conforme Lopes (2014) defende que a gestão da qualidade total integra de maneira eficaz o trabalho de várias pessoas, a utilização de um elevado número de equipamentos e uma enorme quantidade de informação.

Conforme Silva (2009) as empresas têm vindo a implementar os chamados Sistemas de Gestão da Qualidade (SGQ), que têm como finalidade a aplicação de métodos e mecanismos de garantia da conformidade dos seus produtos e processos com padrões de qualidade pré-estabelecidos, que acabam por demonstrar o compromisso das organizações para com a satisfação dos seus clientes, reforçar a sua imagem e acompanhar a evolução dos mercados.

2.4.3 Ferramentas da Qualidade

De acordo com Paladini (2009) ferramentas da qualidade são técnicas utilizadas com a finalidade de definir, mensurar, analisar e propor soluções para os problemas que interferem no bom desempenho dos processos. Alguns exemplos de ferramentas da qualidade são: Gráficos de dispersão; Diagrama de causa e efeito; Histograma; Fluxograma e Diagrama de Pareto. Sendo assim, de acordo com o autor, temos as seguintes definições conforme a seguir:

a) **Gráfico de dispersão**: é uma representação gráfica da associação entre pares de dados.

b) **Diagrama de causa e efeito**: também conhecido como Diagrama de Ishikawa ou Diagrama Espinha de peixe, é um gráfico cuja finalidade seja organizar o raciocínio em discussões de um problema prioritário, em processos diversos e especialmente na produção industrial.

c) **Histograma**: é uma espécie de gráfico de barras que demonstra uma distribuição de frequências.

d) **Fluxograma**: é um diagrama que descreve um processo, sistema ou algoritmo de computador.

e) **Diagrama de Pareto**: é um recurso gráfico, utilizado para estabelecer uma ordenação nas causas de perdas que devem ser sanadas.

Seleme e Stadler (2008) citam que com as ferramentas permitem ao gestor de qualidade estudar com bases em fatos e dados ocorridos. A tomada de decisão nas organizações é muito difícil, pois existem diversas variáveis que interferem nesse processo. Por conta disso as ferramentas da qualidade são de extrema importância, tão usadas e valorizadas pelas organizações.

2.4.4 Controle da Qualidade

Na visão de Hoffmann (2019) o controle da qualidade nas empresas não é muito tecnológico, isso evita o trabalho da devida área de controle de qualidade, que dificulta a sua função, de modo a desenvolver a capacidade funcional, redução de custos e adversidades de qualidade na indústria. A complicação vinda em uma planilha, se obtém um tempo gasto para efetuar a avaliação e conclusão do mesmo, fora a fragilidade com termos de confiabilidade das informações.

De acordo com Paladini (2009) a qualidade não é capaz de ser assimilada apenas como um aspecto de controle, mas sim de algo que influencia os costumes e coordena as demandas, sendo um mecanismo diferencial para intervir em problemas que possam vir a acontecer, em alguma instância, se ocorrer solucionando-os. Considerando o atual cenário das indústrias, o controle da qualidade em todo o desenvolvimento interno da organização, deve procurar estratégias empresariais visando produtos, marcas e concorrentes, assim contribui na formação do propósito fundamental para a estabilidade e conservação dos consumidores, consequentemente ocorre a competitividade e desenvolvimento da cadeira produtiva (PALADINI, 2009).

2.4.5 Custos da Qualidade

De acordo com Lobo (2019) os custos da qualidade são custos para garantir a qualidade satisfatória não alcançada. Os custos relativos à qualidade são definidos na própria organização de acordo com seus critérios. Algumas perdas são dificilmente quantificáveis, mas podem ser importantes como a perda da clientela.

Segundo Oliveira e Tsan Hu (2018) a análise dos custos da qualidade é uma ótima ferramenta para analisar essas falhas e a implantação de ações para a sua mitigação ou eliminação, a identificação e o controle dos custos da qualidade, os custos relacionados à má qualidade como (custos preventivos, avaliações, e o tratamento de falhas internas e externas) de produtos e serviços, que tem como objetivo identificar e localizar processos ou atividades com problemas.

2.4.6 Controle Estatístico da Qualidade

Segundo Montgomery (2016) com a vinda da segunda Guerra Mundial, houve a necessidade de produzir uma grande quantidade de produtos militares em um curto espaço de tempo e com qualidade. Este projeto fora financiado pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos da América com base nos estudos realizados por Dodge e Romig, e Shewhart, sobre técnicas de amostragem e cartas controle respectivamente, aí se deu início ao controle estatístico

da qualidade, também chamado de CEQ. Montgomery (2016) também relata que o Uso de técnicas de amostragem fez com que a inspeção de qualidade fosse mais eficiente, pois aplicando o método, não seria mais preciso a análise de 100% dos produtos a serem fabricados, o que fazia com que o processo fosse extremamente demorado e caro.

Conforme Deming (1990) o controle estatístico de qualidade envolve a aplicação de técnicas estatísticas para avaliar, melhorar ou manter a qualidade dos produtos, serviços ou processos, ou seja, é uma ferramenta de controle estatístico de qualidade focada no monitoramento e controle de variações nos processos. Deming (1990), ainda comenta que a aplicação de métodos estatísticos de controle de qualidade provou ser efetiva na minimização do retrabalho e desperdício na maioria das empresas, resultando em significativo aumento da produtividade e redução do tempo de ciclo (lead time), além da redução de custos operacionais, sempre como objetivo principal a busca contínua de melhorias de qualidade e a prevenção e satisfação do cliente final.

Montgomery (2016) faz uma colocação sobre o CEQ se preocupar apenas em detectar defeitos e deixar de lado uma investigação das causas que levam tais defeitos ou até mesmo em uma possível prevenção ou mitigação dos mesmos, portanto uma evolução do CEQ fora criada com o intuito de sanar tais deficiências da ferramenta, este, denominado como Controle Estatístico do Processo (CEP).

2.4.7 Controle Estatístico de Processos (CEP)

Conforme Alencar, Souza, Rolim e Lopes (2004) o Controle Estatístico do Processo (CEP) pode ser descrito como um conjunto de ferramentas de monitoramento on-line da qualidade. Com CEP consegue-se uma descrição detalhada do comportamento do processo, identificando sua variabilidade e possibilitando seu controle ao longo do tempo, através da coleta continuada de dados e da análise e bloqueio de possíveis causas especiais, responsáveis pelas instabilidades do processo em estudo. As cartas ou gráficos de controle são as ferramentas principais utilizadas no Controle Estatístico de Processo (CEP) e tem como objetivo detectar desvios de parâmetros representativos do processo, reduzindo a quantidade de produtos fora de especificais e os custos de produção.

Fernandes, Costa, Souza e Barbosa (2011) dizem que a importância da realização dessa pesquisa dá-se ao fato que como o CEP é uma ferramenta utilizada nos processos produtivos com o intuito de fornecer dados eficazes na prevenção e detecção de defeitos e problemas, propor aos gestores da Empresa adotar o método para uma melhor fiscalização no setor da qualidade.

Rosario, Dantas e Oeiras (2015) afirmam que a utilização do CEP tem como princípio a tomada de decisões com base em dados e fatos, a separação da causa do efeito, identificando a causa fundamental dos problemas. Deve também reconhecer a existência da variabilidade na produção treinando os profissionais para administrá-la de forma participativa e com autocontrole.

2.4.8 Controle de Processos

O controle automático aplicado às indústrias de processo é intitulado controle de processos, controlar um processo é fazer com que tudo saia conforme foi planejado para que o resultado seja ideal para a empresa, é preciso saber quando, como e quanto mudar uma variável desse processo para poder obter uma melhor resposta do sistema que constitui o problema de uma estratégia de controle. O controle de processos é uma forma de analisar os macroprocessos da empresa, buscando falhas e oportunidades de melhorias, otimizando recursos, aumentando a produtividade e a qualidade dos produtos ou serviços (GARCIA, 2017).

De acordo com Garcia (2017) conhecer a instrumentação industrial é essencial para o controle de processos, fazendo-se uma comparação entre a malha de controle e o corpo humano, o controle equivale a mente (inteligência), enquanto a instrumentação atua como sistema nervoso e muscular, coletando e enviando as informações das variáveis controladas para o sistema de controle e respondendo aos comandos deste último, agindo sobre as variáveis manipuladas. Já o sistema computacional corresponde aos equipamentos e *softwares* básicos usados para que o *software* aplicativo (algoritmos de controle) possa ser executado. Nesse caso, na analogia como corpo humano, o sistema computacional equivale ao cérebro (GARCIA, 2017).

Controlar o processo é sistematizar as ações, responsabilidades, demandas e procedimentos da empresa. A partir da implantação do controle dos processos, o gerenciamento oferece melhoria contínua nas principais atividades organizacionais. Dessa forma, o objetivo desse gerenciamento é garantir que os processos sejam executados da melhor maneira, aprimorando-os constantemente, com o propósito de garantir os resultados da organização. Assim sendo, o controle de processos avalia as melhores formas de aplicar técnicas e métodos na gestão de processos. E isso é primordial em qualquer empresa, independentemente de seu porte, pois todas possuem atividades inter-relacionadas que contribuem para o funcionamento da organização. (SLACK, CHAMBERS, JOHNSTON, BETTS, 2017).

2.4.9 Análise dos Modos e Efeitos das Falhas (FMEA)

Conforme Clarke (2005) a partir dos anos oitenta, a ferramenta conhecida como FMEA passou a ser utilizada no ramo automobilístico, tendo como pioneira, da utilização do FMEA para

a construção de seus carros, a empresa Ford Motors Company. Andrade (2000) comenta que após o "*start*" da ferramenta, os fornecedores de autopeças também começaram a adotar a mesma e nos dias de hoje é utilizada na análise de riscos ambientais na indústria aeronáutica.

Segundo Galvani (2013) a indústria de manufatura vem utilizando amplamente o FMEA para mitigar e até mesmo eliminar falhas nos processos de fabricação e no desenvolvimento de seus produtos. Galvani (2013) também ressalta que esta ferramenta pode ser utilizada para realizar um reconhecimento de riscos e posteriormente priorizar algumas ações para reduzir falhas de processos ou serviços.

Chang (2009) diz que o FMEA tem como base três elementos, sendo: a severidade da falha, em outras palavras, o impacto gerado pela mesma; a ocorrência, ou seja, a probabilidade com que aconteça tal falha; e, a detecção, instante em que fora encontrada a falha. Chang (2009) também afirma que com a utilização da ferramenta é possível selecionar as falhas que mais apresentam riscos ao processo, serviço ou sistema, com o intuito de quantificar as mesmas e assim priorizar a qualidade da entrega final removendo ou diminuindo as possibilidades de falha.

Ainda segundo Chang (2009) a medição e classificação da criticidade do risco de cada falha é realizada por meio da utilização do Número de Prioridade de Risco (*Risk Priority Number*/RPN). Chang (2009) registra que é adotada uma escala que varia de 1 a 10 pontos para realizar a classificação dos riscos, onde as notas são distribuídas pelos avaliadores e após o resultado da multiplicação da ocorrência, severidade e detecção, os maiores valores de RPN devem ser priorizados, melhorados e corrigidos. A figura 3 mostra um modelo de FMEA preenchido.

FIGURA 17 – EXEMPLO DE FMEA PREENCHIDO

ANÁLISE DE MODO E EFEITO DE FALHA POTENCIAL

Nº. FEMEA: 122 **Data de Início:** 27-08-2012 **Responsável:** Cristiano

Área: Resfriamento de Cubas **Revisão:** 01 **Preparado por:** João **Telefone:** (15) 3021-6257

Sistema: Bombeamento **Equipe:** João, Felipe, Pedro

Citisystems

Nome do Componente	Função do componente	Modo(s) de falha	Efeito(s) Potencial(is) de Falha(s)	OCORR (tab1) (O)	SEVER (tab2) (S)	DETEC (tab3) (D)	RISCO (RPN) (O)*(S)*(D)	Ação Corretiva Recomendada
M212 - Motor Elétrico	Bombear água para a caixa d'água central	Estator - Falha de isolamento	Perda de Fluxo	1	3	5	15	
		Estator - Enrolamento danificado	Perda de Fluxo	4	4	6	96	Realizar inspeção mensalmente no estator
		Estator – Rotor Queimado	Perda de Fluxo	4	4	5	80	Realizar termografia mensalmente
		Estator – Vibração Excessiva	Perda de Fluxo	5	6	5	150	Realizar análise de vibração mensalmente
		Estator – Rolamento Travado	Perda de Fluxo	5	6	6	180	Realizar inspeção semanal no rolamento

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ati

FONTE: CITISYSTEMS (2022).

O índice de ocorrência conforme Tozzi (2004) refere-se à frequência com que os modos ou causas de falha acontecem. A figura 4 mostra que quanto menor a probabilidade da ocorrência da causa, menor será o índice atribuído à ela, consequentemente, quanto maior for a probabilidade da ocorrência da causa, maior será o índice atribuído à ela.

FIGURA 4 – EXEMPLO DE OCORRÊNCIA

Ocorrência da causa	Probabilidade	Índice
Remota: é altamente improvável que ocorra.	Menos do que 1 em 1.000.000	1-2
Baixo: ocorre em casos isolados, mas as probabilidades são baixas.	1 em 20.000 a 1 a 2.000	3-4
Moderado: tem probabilidade razoável de ocorrer (com possível início e paralisação).	1 em 80 a 1 em 2.000	5-6
Alta: ocorre com regularidade e/ou durante um período razoável de tempo.	1 em 8 a 1 em 80	7-8
Muito alta: inevitavelmente, irá ocorrer durante longos períodos típicos para condições operacionais.	Mais ou menos 1 em 2	9-10

FONTE: GRUPO VOITTO, CURSO *YELLOW BELT* (2022).

Conforme Palady (2004) a severidade corresponde à gravidade do efeito do modo de falha e que quanto menor for a visibilidade da gravidade do impacto causado, menor será o índice atribuído a ela, consequentemente, quanto maior for a visibilidade da gravidade do impacto causado, maior será o índice atribuído a ela. Palady (2004) também comenta que um alto índice de severidade compromete o orçamento da organização além de trazer riscos relacionados a saúde do cliente. A Figura 5 mostra um exemplo da ocorrência de menor visibilidade da gravidade do impacto causado.

FIGURA 5 – EXEMPLO DE OCORRÊNCIA

Gravidade do Impacto	Índice
Dificilmente será visível, muito baixa para ocasionar um impacto no meio ambiente.	1-2
Não-conformidade com a política da empresa, impacto baixo ou muito baixo sobre o meio ambiente.	3-4
Não-conformidade com os requisitos legais e normativos e possíveis prejuízo para a reputação da empresa, prejuízo moderado ao meio ambiente.	5-6
Sério prejuízo ao meio ambiente.	7-8
Há sérios riscos ao meio ambiente.	9-10

FONTE: GRUPO VOITTO, CURSO *YELLOW BELT* (2022).

Palady (2004) explana sobre a detecção, onde a relaciona com a probabilidade de encontrar uma dificuldade previamente, antes que chegue ao cliente ou que o mesmo perceba, fazendo com que uma grande consequência seja gerada. Palady (2004) diz que quanto maior for

a probabilidade de detecção do aspecto e quanto mais rapidamente isto ocorrer, menor será o índice atribuído a ela, consequentemente, quanto menor for a probabilidade de detecção do aspecto e quanto mais lentamente isto ocorrer, maior será o índice atribuído a ela. A figura 6 mostra um exemplo da ocorrência de maior probabilidade de detecção do aspecto para mais rápido ocorrer.

FIGURA 6 – EXEMPLO DE OCORRÊNCIA

Grau de Detecção	Índice
Os controles atuais certamente irão detectar, quase de imediato, que o aspecto e a reação podem ser instantâneos.	1-2
Há alta probabilidade de que o aspecto seja detectado logo após a sua ocorrência, sendo possível uma rápida reação.	3-4
Há uma possibilidade moderada de que o aspecto seja detectado num período razoável de tempo antes que uma ação possa ser tomada e os resultados sejam vistos.	5-6
É improvável que o aspecto seja detectado ou levará um período razoável de tempo antes que uma ação possa ser tomada e os resultados sejam vistos.	7-8
O aspecto não será detectado em nenhum período razoável de tempo ou não há reação possível (condições operacionais normais).	9-10

Ativar o Windows

FONTE: GRUPO VOITTO, CURSO *YELLOW BELT* (2022).

Bastos (2006) descreve a necessidade de classificar as falhas de acordo com o maior valor de RPN, pois serão estas as de maior risco, diz que os valores sugerem aqueles riscos que farão com que seja afetado diretamente o funcionamento, consequentemente o processo e o produto, mas, faz-se necessário a revisão de valores de RPN, com o intuito de analisar e conferir a eficácia do plano de ação de cada falha.

2.10 Lean Manufacturing

O *Lean Manufacturing* também conhecido por Sistema Toyota de Produção foi criado no Japão após a Segunda Guerra Mundial onde, na década de 60, o mercado exigia maior flexibilidade e juntamente com o crescimento dos concorrentes conduzia a um novo sistema de produção sendo, portanto, desenvolvido pelo engenheiro Taiichi Ohno e sua equipe (OHNO, 1997).

Antunes (2008) diz que o *Lean* tem como objetivo à eliminação das perdas do processo produtivo, assim torna-se um sistema de produção completo, sendo referência em eficiência e eficácia, trazendo redução de custos, maior produtividade e qualidade no processo de produção, garantindo a sobrevivência das empresas.

De acordo com Lopes e Frota (2015) o *Lean* tem o poder no mercado e a influência da organização nas pessoas em torno de fluxos de valor, não sendo apenas uma estratégia para a manufatura. Seja qual for o tipo de empresa que você administra, o *Lean* pode ser usado para

melhorar praticamente todos os aspectos das operações, desde o treinamento e liderança de funcionários até questões de contabilidade e folha de pagamento.

Para Riani (2006) um dos conceitos fundamentais da Manufatura Enxuta (*lean manufacturing*) é a melhoria contínua (chamado de Kaizen), considerada a chave do sucesso dos métodos japoneses de produção. O sistema de produção japonês é constituído para encorajar mudanças e aperfeiçoamentos constantes, como parte das operações diárias. Para alcançar o Kaizen, a gerência aproveita a experiência coletiva de todos os seus trabalhadores e valoriza a solução de problemas em conjunto. Assim, pode-se concluir que a aplicação do *Lean Manufacturing* e de suas ferramentas devem ter uma atenção especial, pois propiciam substantivos em ganhos reais de desempenho, performance e, principalmente ganhos financeiros para as organizações que a utilizam.

2.4.11 Processo de Desenvolvimento de Software

Atualmente, inúmeras pessoas desenvolvem programas, podem ser um empresário ou um cientista ou até mesmo um engenheiro, isso não impede de desenvolver uma simples planilha a um software mais complexo. Mas muitas pessoas associam que o software é só mais uma palavra para programa, e quando falamos que engenharia de software e mais do que um programa ele constitui-se de diversos documentos, séries de programas e arquivos de configurações (SOMMERVILLE, 2020).

A Demanda por Ambientes de Desenvolvimento de Softwares (ADSs) vem crescendo, devido a ferramentas isoladas que oferecem apenas soluções parciais (FALBO, TRAVASSOS,1996).

Para iniciar nesse processo de desenvolvimento de software, utiliza-se de modelos de processos de software, que estão divididos em três: modelo cascata, desenvolvimento incremental e engenharia de software orientada a reuso (SOMMERVILLE, 2011).

Ainda para Sommerville (2020) o modelo cascata considera as principais atividades do processo de especificações, como especificar os requisitos, projeto de software, implementação e teste. Já para o modelo desenvolvimento incremental a abordagem intercala entre atividades e especificações, ou seja, o software é desenvolvido em várias versões. E para o último modelo, utiliza-se do reuso de partes de softwares já existentes como principal desenvolvimento.

Para Engenharia de Software utilizar de componentes do reuso tem sido uma opção para otimizar o processo de desenvolvimento de sistemas. Para melhor entendimento do reuso, utiliza-se o mesmo como objeto de referência para estudos e definições para compreender o processo de desenvolvimento de software baseado em reuso (ROZANTE, 2003).

Segundo Rozante (2003) a ideia de reutilização de soluções não é algo novo, ainda mais quando uma solução já é aceita e testada ela se torna padrão, isso defronta-se com questões de semelhança tentando adaptar uma a outra reutilização de soluções para construção de novos sistemas tem sido muito incorporada pela comunidade de Engenharia de Software.

De acordo com Ferreira e Naves (2011) reusar componentes de software contribui com um desenvolvimento mais rápido e na redução de custos, aumentando a qualidade do software, tornando assim uma prática aplicável.

2.4.12 Melhoria de Processo

Rozante (2003) diz que, no processo de desenvolvimento de software, com a implantação do reuso acabam surgindo mudanças nos aspectos da organização como processos, técnicas e até mesmo a cultura organizacional. Existem diversos modelos que orientam as organizações para que elas sejam bem-sucedidas na melhoria contínua de seu processo de desenvolvimento de software.

Segundo SEI (*Software Engineering Institute*), desenvolveu-se o modelo IDEAL, que permite que se compreenda qual é o estado atual do processo de desenvolvimento de software, desenvolva-se uma visão do processo que se deseja melhorar, criar listas de ações que ajudem na ordem de prioridade para alcançar tal melhoria e auxiliar na geração de um plano para acompanhar as ações e alocar recursos para execução.

De acordo com Faits (2000) o modelo de processo IDEAL (versão 1.1) é divido em cinco fases do ciclo de melhoria de processos de *software*, conforme a seguir:

a) **Inicialização** (*Initiating*): Nesta primeira fase, estabelece-se qual trabalho será realizado e assegurar o comprometimento dos patrocinadores definindo assim uma infraestrutura;
b) **Diagnostico** (*Diagnosing*): Partindo para essa segunda etapa caracteriza-se dois estados da organização: primeiro o estado atual do processo de software e o futuro desejado para o processo de software. Estabelecer como proceder nas atividades subsequentes;
c) **Estabelecimento** (*Establishing*): Nesta fase, ao desenvolver um plano detalhado de trabalho, serão abordadas questões como recursos disponíveis, responsabilidades, prioridades de alterações, entre outros;
d) **Ação** (*Acting*): Com as outras etapas contextualizadas e planejadas, nessa etapa deve dar início à implementação. Abordar questões como criação da solução, aplicar testes através de projetos pilotos, aplicar melhorias das soluções baseadas nos resultados dos testes e implementação da solução por toda a organização;
e) **Lições** (*Leveraging*): Nessa última fase, com toda a experiência adquirida e revista para que assim possa identificar quais metas foram definidas na fase de inicialização se foram

satisfeitas, e discutir como pode implementar as melhorias mais eficientes. Com essa fase que contempla um dos objetivos do IDEAL que seria realizar melhoria contínua na capacidade de implementação de mudanças.

2.4.13 Tecnologias Utilizadas

Para Melo e Silva (2003) para saber o que é uma linguagem de programação é preciso saber o que é um programa. Um programa corresponde a uma entidade que se manifesta nas formas de documento e execução, onde especifica uma série de operações que são executadas e segue à risca as operações especificas, ou seja, um programa é uma máquina abstrata que retorna dados. Segundo Melo e Silva (2003) por ser uma máquina abstrata, necessita de um mecanismo físico para demonstrar essas informações, geralmente utiliza-se o computador.

De acordo com Melo e Silva (2003) para que um programa consiga ser implementado no mecanismo, é necessária a utilização da linguagem de programação, a qual é um conjunto de recursos para produzir um programa. A linguagem de programação para ser contemplada, é necessário observar os requisitos do problema, a expressividade da linguagem, os paradigmas do problema, a implementação e sua eficiência. A linguagem de programação deve seguir uma sintaxe, que é a forma como cada elemento da linguagem vai ser escrito, e uma semântica, que significa o nível de entendimento de cada elemento da linguagem.

Sebesta (2018) diz que para que o programa seja implementado, é necessário compiladores e intérpretes. O compilador é um programa que traduz a linguagem de programação escrita para uma linguagem equivalente do computador; já os intérpretes leem a linguagem de programação escrita e identificam o código que está sendo executado. Existem vários paradigmas de linguagens de programação e tipos de linguagens como, por exemplo, Java, PHP etc. Dentre os paradigmas e tipos de linguagens existentes, nesse trabalho, a linguagem de programação usada para o desenvolvimento do software de gerenciamento é o *JavaScript*.

2.4.14 JavaScript

De acordo com Remoaldo (2008), *JavaScript* foi concebida na Netscape (agora Mozilla), pelo criador Brendan Eich, no ano de 1995, com o intuito de fornecer interatividade a uma página web. A linguagem, a princípio, se chamava *LiveScript*, em que era baseada na linguagem C, no C++ e no Perl. Ainda para Remoaldo (2008), no mesmo momento em que a linguagem Java era criada, um acordo entre a Sun e a Netscape (1994) alterou o nome para *JavaScript*. Porém, o *JavaScript* não é uma versão *Scripting* do Java, embora tenham características em comum. Essa

é uma linguagem desenvolvida para rodar ao lado do cliente, linguagem utilizada para tornar os sites interativos, animados e responsivos (PRESCOTT, 2016).

Segundo Flanagan (2011) *JavaScript* é uma linguagem de programação da Web de alto nível, dinâmica, interpretada e não tipificada, adequada para estilos de programação orientada a objetos e funcionais. Atualmente o Javascript se tornou uma linguagem de uso geral, robusta e eficiente, sendo utilizado na maioria dos sites disponíveis e é encarregado, principalmente, por fornecer os efeitos de interatividade numa página *Web*.

De acordo com Zakas (2012) *JavaScript* ao mesmo tempo que é uma linguagem muito simples, também é muito complicada que leva minutos para aprender, porém anos para dominar. A linguagem *JavaScript* básica define uma API (Interface de Programação de Aplicações) mínima em aplicações web, para trabalhar com texto, *arrays*, datas e expressões regulares, mas não inclui as funcionalidades de entrada ou saída, isso fica a critério do ambiente onde o *JavaScript* é hospedado.

O *JavaScript*, além de ser usado para os usuários interagirem com a página *web*, também pode ser usado para controlar navegadores *web*, comunicar-se de forma simultânea com o servidor, alterar de forma dinâmica o conteúdo da página *Web* e desenvolver jogos e aplicações móveis e de *desktop* (PRESCOTT, 2016).

De acordo com Prescott (2016), alguns dos benefícios de usar a linguagem é não precisar de um compilador porque os navegadores de internet o interpretam com HTML, que é mais fácil de aprender do que as outras linguagens de programação, os erros são bem mais fáceis de localizar e, por conta disso, de serem corrigidos, além de poder ser designado a certos elementos de páginas de internet ou eventos específicos, como cliques e rolagens de mouse personalizados, totalmente compatível com várias plataformas de navegadores, utilizada na validação de entradas, e reduzir a necessidade de verificações manuais de dados, maior interatividade com o usuário, ou seja, característica que define a experiência de usuário (UX).

Além dos pontos positivos que foram listados, Prescott (2016) diz que existem os pontos negativos da linguagem *JavaScript*, que são a vulnerabilidade na segurança, execução de códigos maliciosos no computador do usuário, códigos muitos extensos, pode ser renderizado diferentemente em vários dispositivos, o que pode ocasionar inconsistências e nem sempre tem suporte para diferentes navegadores e dispositivos.

2.4.15 CSS

Folha de Estilo em Cascata (*Cascading Style Sheets*) é uma linguagem utilizada para adicionar estilo às páginas web, estilos que definem aparência e apresentação das páginas como cores, fontes, tamanhos, efeitos, alinhamentos posicionamento etc. (ZAKAS, 2010).

Segundo Fayad, Scmidt e Johnson (1999) códigos de CSS tem vários tipos de implementação, pode ser incluído dentro do mesmo documento web que o desenvolvimento, mas para isso é necessário utilizar a *tag* *<style>*, também se pode usar esse recurso em um documento separado para ter mais organização do código. Além disso, há mais uma maneira que é colocando o código de estilo direto na sentença que se deseja formatar.

2.4.16 Framework

Um *framework* é uma aplicação escrita previamente, oferecendo um conjunto de bibliotecas e uma série de componentes, tornando o desenvolvimento de aplicações *Web* mais produtivo, flexível, manutenível e testável (LIMA, LEZANA, 2004).

De acordo com Lima e Lezana (2004), alguns exemplos de *Frameworks* como *Bootstrap*, Angular, Vue, Babel e *React* são disponibilizados gratuitamente para downloads. Esses pacotes de códigos são produzidos a partir de diversas aplicações diferentes, porém, com o objetivo de produzir algo constante e padronizado, que seja capaz de ser aproveitado em qualquer situação.

Para Johnson (1997) a visão original de reutilização de *software* estava baseada em componentes. Os *frameworks* possuem interfaces mais complexas, mas são de mais fácil customização do que os componentes.

Segundo Fayad, Scmidt e Johnson (1999) a utilização de *frameworks* apresenta os seguintes benefícios: melhoria da modularização do encapsulamento dos detalhes voláteis de implementação através de interfaces estáveis, definição de componentes genéricos que podem ser replicados para criar sistemas, favorecimento no uso de métodos *hooks* que permitem que as aplicações estendam interfaces estáveis e o código do desenvolvedor é chamado pelo código do *framework*. Dessa forma, o *framework* controla a estrutura e o fluxo de execução dos programas o IoC (Inversão de Controle).

Segundo Magno (2013) o *Bootstrap* ajuda a ter o ponto de partida como o próprio nome diz. A partir dele sobrescreve-se estilos e possibilitando fazer diferentes combinações para dar a seu sistema um estilo único. Se sua necessidade for usar como protótipo, já se tem um kit para construir o *front-end* pronto para uso.

Ainda para Magno (2013) o *Bootstrap* apresenta algumas vantagens em sua utilização como: dispõe de um programa de layout 100% responsivo, preparado para preservar páginas inteiramente responsiva em distintos aparelhos e resoluções, extensa biblioteca de componentes que contém um aglomerado de componentes extenso, como ícones, painéis etc. e contém uma documentação bem completa e acessível.

O *Bootstrap* tem como objetivo fundamental poupar tempo do que não tem preferência e focar os esforços no que precisa ser realizado. Sendo um *framework* de fácil uso, pois não

necessita que você seja um gênio na computação, tudo que ele possui é entendível e o estudo dele é bem tranquilo. De acordo com as estatísticas, o *Bootstrap* ocupa a segunda posição como a biblioteca *JavaScript* mais utilizada, com 20,6% de sites que fazem uso da tecnologia (MAGNO, 2013).

2.4.17 React

Jordan Walke, engenheiro de software do *Facebook*, desenvolveu o *React*, que hoje é mantido por esta empresa, juntamente com o Instagram e uma comunidade de desenvolvedores individuais (MARIANO, 2017). Segundo a documentação de Jordan Walke (2018), ele é na verdade uma biblioteca de UI (*User Interface*), representando apenas a camada "*view*" do *Model View Controler* (MVC). Por ser apenas uma biblioteca declarativa, faz com que o desenvolvedor foque mais no resultado do que na forma como ele é atingido, e não há uma solução completa, muitas vezes é necessário utilizá-lo juntamente com outras bibliotecas ou *frameworks* para se chegar ao resultado desejado, o que não é o caso desse estudo (MARIANO, 2017).

2.4.18 Banco de Dados

Segundo Laudon e Laudon (2007) banco de dados pode ser definido como um conjunto de arquivos que armazena informações de modo computacional que se comunicam entre si, permitindo extração e manipulação de dados.

De acordo com Amadeu (2015) bancos de dados e sistemas de banco são componentes essenciais na contemporaneidade. São tão importantes que estão presentes no dia a dia das pessoas e mal elas sabem. O simples fato de retirar dinheiro do caixa eletrônico altera o banco de dados da instituição financeira, quando acessamos a biblioteca virtual da faculdade para ler algum livro, ou quando efetuamos a compra de um produto em um site. Todas essas ações representam a alteração em algum banco de dados, seja ele simples ou complexo.

Segundo Costa (2011) a princípio, os dados eram gravados em arquivos de texto, mas não demonstrava segurança. O autor diz que um texto pode ser lido por diversos aplicativos existentes, com isso precisava ser criado algum sistema capaz de armazenar dados de forma ordenada e sistemática, assim foi criado os arquivos com extensão DBF's, que limitavam o acesso dos arquivos em sistemas específicos. Com a chegada dessa extensão DBF, os dados eram gravados em documentos estruturados, onde se pré-define uma estrutura de armazenamento, mas havia um limite máximo para o armazenamento, assim o tornando pouco eficaz.

Segundo Elmasri e Shamkant (2005) as principais características de um banco de dados são a natureza auto descritiva do sistema de banco de dados como descrição, definição e restrição na estrutura do banco de dados, a estrutura dos arquivos de dados é armazenada no catálogo do SGBD onde são separadas do programa de acesso, cada usuário pode solicitar diferentes perspectivas ou visões do banco de dados e permite que vários usuários acessem o banco de dados ao mesmo tempo. De acordo com os autores, um banco de dados pode ser de qualquer tamanho e de complexidade variável, pode ser mantido manualmente, gerado ou ser automatizado. Para melhorar esse gerenciamento de armazenamento de dados, foi criado um sistema gerenciador de banco de dados (SGBD).

O Sistema Gerenciador de Banco de Dados (SGBD) é uma coleção de programas que permite que os usuários criem e mantenham um banco de dados. O SGBD facilita os processos de definição, construção, manipulação e compartilhamento de um banco de dados entre vários usuários. Além de tudo, proporciona proteção e manutenção de um banco de dados por um longo período (ELMASRI, SHAMKANT, 2005).

Costa (2011) diz que um banco de dados que é gerenciado por um SGBD necessita ter as seguintes características: exibir um login e senha para permitir o acesso dos dados, serem compatíveis com a linguagem *Structured Query Language* (SQL), utilizar linguagem de definição de Dados (DDL) e Linguagem de Manipulação de Dados (DML), permitindo o acesso a vários usuários ao mesmo tempo e permitir vários armazenamentos de dados, além de permitir a criação de rotinas programadas internamente e suportar conexões TCP/IP. Os SGBDs mais utilizados no mercado são: o SQL *Server*, MySQL, Oracle, DB2, *Interbase*, *Sybase*, PostgreSQL, FirebirdSQL, MongoDB, Apache Derby, entre outros (COSTA, 2011).

2.4.19 MYSQL

O MySQL é um software de gerenciamento de banco de dados relacional, de licença dupla, sendo uma delas *open-source* (código aberto), que foi projetado inicialmente com o intuito de trabalhar com aplicações de pequeno e médio porte, mas com o decorrer dos anos houve modificações e, atualmente, suporta aplicações de grande porte e possui várias vantagens (MILANI, 2006).

Ainda Milani (2006) diz que as características principais do MySQL são possuir um servidor rápido, confiável e de fácil utilização, sistema de gerenciamento de bancos de dados relacional, ou seja, armazena os dados em forma de tabelas separadas, utiliza-se a linguagem *Structured Query Language* (SQL), desenvolvido nas linguagens de programação C e C++, suporta diversas plataformas como *Windows*, Linux, FreeBSD e o Unix e possui suporte a múltiplos processadores.

Tavares (2015) também diz que o MySQL é um software cliente/servidor que consiste em um servidor SQL multitarefas, o qual suporta acessos diferentes, diversos programas, clientes, bibliotecas, ferramentas administrativas e diversas interfaces de programação (API 's). O MySQL é amplamente utilizado no mundo e por empresas de renome, como o Facebook, Google e Adobe. Um software de gerenciamento de banco de dados como o MySQL é o responsável por limitar os acessos dos usuários ao banco de dados, organizar requisições e gerenciar o banco de dados de forma geral (TAVARES, 2015).

2.4.20 HyperText Markup Language

De acordo com Flatschart (2011) o HTML (Linguagem de Marcação de Hipertexto) é uma linguagem utilizada em páginas web. Ela permite a criação de documentos estruturados em títulos, parágrafos, listas, *links*, tabelas, formulários, além de exibições de vídeos, imagens e animações. Em 1980, Tim Berners-Lee iniciava os princípios fundamentais do HTML, que mais para frente com a ajuda de Robert Cailliau construiu o navegador/editor WWW (*World Wide Web*) que interpretava por meio do protocolo HTTP (*HyperText Transference Protocol*). Assim, em 1993, o documento chamado HTML foi publicado pela IETF (Internet Engineering Task Force) (FLATSCHART, 2011).

Para Powell (2010) as linguagens de marcação, no contexto da Web, servem para informar o navegador o que o usuário está utilizando sobre as estruturas de página, tipos de fonte utilizadas, modelagem, ou seja, tudo o que tange à organização da página *Web*.

Segundo Pedroso (2007) o HTML tem como objetivo formatar os textos através de marcações chamadas de Tags, possibilitando que as páginas web se interliguem por meio de hipertextos. Tem como características básicas a não diferenciação de letras maiúsculas e minúsculas em suas marcações, os arquivos HTML podem possuir as extensões “html’ ou “htm”, seus arquivos de textos são escritos em ASCII (*American Standard Code for Information Interchange*), nem todas suas marcações e correspondentes recursos são reconhecidos por todos os clientes web, assim sendo simplesmente ignorados.

Ainda de acordo com Pedroso (2007) a linguagem HTML pertence a uma classe conhecida como “*Tag Languagem*”, que nada mais é que comandos escritos em forma de marcação. Esses comandos aparecem em forma de *tags*, em que são apresentados em pares delimitando o texto a ser formatado, assim definindo a cor, tamanho, espaçamentos, fontes, entre outras funções para deixar seu desenvolvimento adequado com o que deseja. A estrutura do HTML possui duas partes: o cabeçalho e o corpo do programa, os documentos podem ser criados em editores específicos ou em qualquer editor de texto visual, como o bloco de notas.

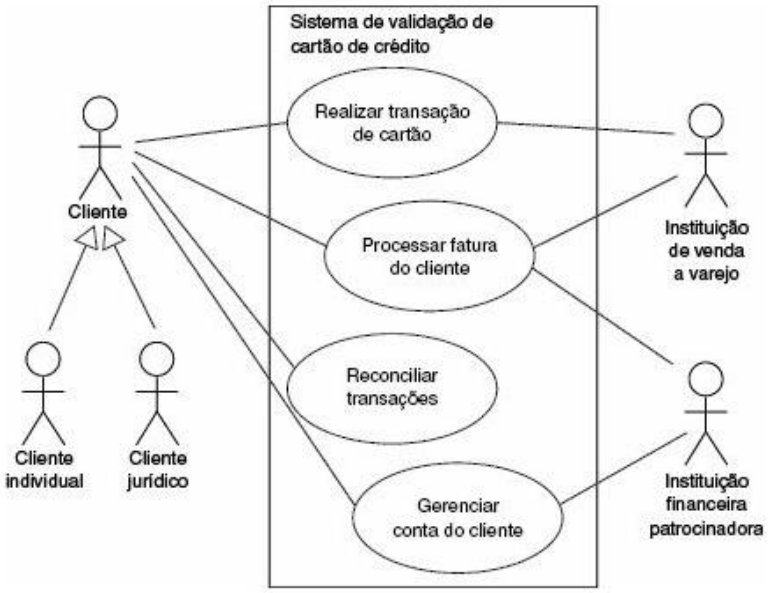
2.4.21 Linguagem de Modelagem Unificada

A Linguagem de Modelagem Unificada, do inglês *Unified Modeling Language* (UML), é uma linguagem de anotação para ser usada em projetos. Como ela é composta por na maioria atributos visuais, é de fácil entendimento e compreensão, tornando-a perfeita para realizar a modelagem rápida do sistema. (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

De acordo com Guedes (2018) os diagramas de UML se dividem em dois grandes grupos: diagramas estruturais e diagramas comportamentais. Sendo que os diagramas estruturais são utilizados para representar componentes estáticos de um sistema como classes, métodos, interfaces, *namespaces*, serviços, como deve ser a arquitetura do sistema etc. Enquanto os diagramas comportamentais usados para descrever como o sistema deve se comportar a parte dinâmica do mesmo, como exemplo disso temos a descrição de como as funcionalidades devem se comportar, como processos de negócio devem ser tratados pelo sistema, como componentes estruturais já citados anteriormente podem trocar mensagens etc. (GUEDES, 2018).

Segundo Booch, Rumbaugh e Jacobson (2012) um diagrama de caso de uso mostra um conjunto de casos de uso atores (um tipo especial de classe) e seus relacionamentos. Um ator é uma entidade humana ou máquina que interage com o sistema para fazer certos trabalhos. Os diagramas de caso de uso podem ser muito úteis se estivermos compilando os requisitos de um sistema, para comunicar projetos com clientes e criar casos de teste para todos os recursos que estão no sistema. Na figura 7, demonstra-se um exemplo de sistema de validação de cartão de crédito, onde os atores são o “Cliente”, “Cliente individual”, “Cliente jurídico", “Instituição de venda a varejo” e “Instituição financeira patrocinadora”.

FIGURA 7 - EXEMPLO DE CASO DE USO DE UM SISTEMA DE VALIDAÇÃO DE CARTÃO DE CRÉDITO



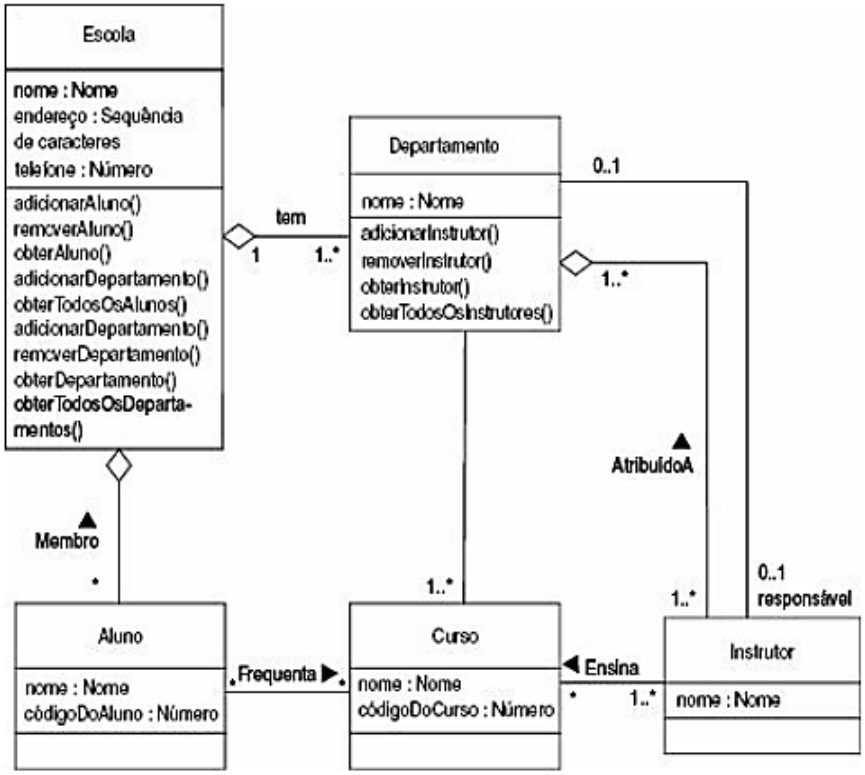
FONTE: BOOCH, RUMBAUGH E JACOBSON (2012, PAG. 64).

Já o diagrama de classe é uma especificação que, quando instanciada, produzirá um objeto e está no centro do desenvolvimento e design orientado a objetos. A classe descreve um estado (atributo / propriedade) de um sistema, enquanto oferece serviços para manipular o estado (método / função) (BOOCH, RUMBAUGH, JACOBSON, 2012).

Para Guedes (2018) o diagrama de classe descreve a estrutura e a descrição das classes, pacotes e objetos e seus relacionamentos uns aos outros, como contenção, herança, associação e outros.

Segundo Pender (2004) o diagrama de Classes (*Class*) está no núcleo do processo de modelagem de objetos. Ele modela as definições de recursos essenciais à operação correta do sistema. Na figura 8, demonstra-se um exemplo de diagrama de classe de um sistema de informação para uma escola, no qual as classes são “Escola”, “Departamento”, “Aluno”, “Curso” e “Instrutor”, e em que dentro de cada uma foram especificados seus atributos e métodos.

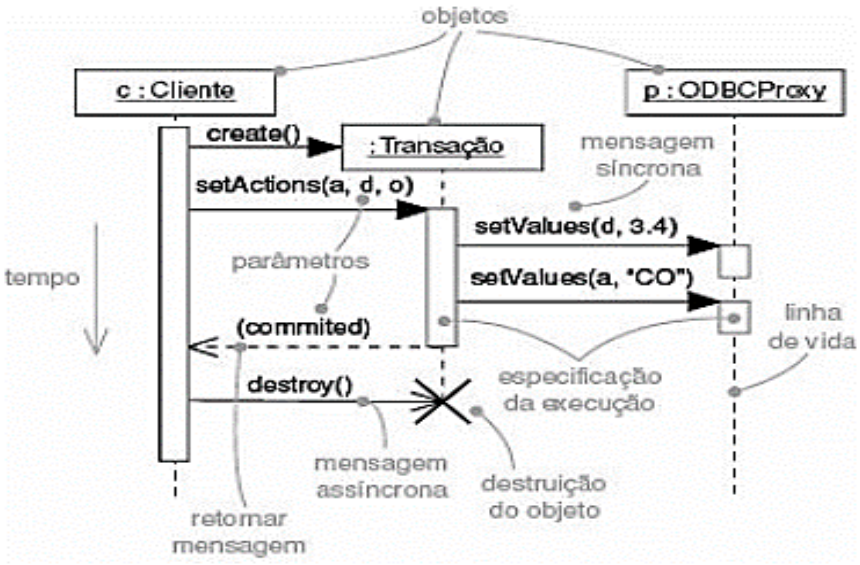
FIGURA 8 - EXEMPLO DE DIAGRAMA DE CLASSE DE UM SISTEMA DE INFORMAÇÃO PARA UMA ESCOLA



FONTE: BOOCH, RUMBAUGH E JACOBSON (2012, PAG. 75).

O Diagrama de sequência descreve as interações entre os objetos dentro e ao redor do sistema (incluindo usuário, tela etc.) na forma de uma mensagem retratada contra o tempo. O diagrama de sequência consiste em dimensões verticais (tempo) e dimensões horizontais (objetos relacionados) (BOOCH, JACOBON, 2000). A figura 9 mostra o diagrama de sequência.

FIGURA 9 - EXEMPLO DE DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO CLIENTE EFETUANDO UMA TRANSAÇÃO EM UM SISTEMA.



FONTE: BOOCH, RUMBAUGH E JACOBSON (2012, PAG. 38).

Segundo Pender (2004, p. 39), "[...] o diagrama de sequência utiliza uma visualização orientada para o tempo. Ele usa um conjunto de ícones de objeto e linhas de tempo associadas, chamadas linhas de tempo do objeto, para cada objeto [...]".

Os diagramas de sequência são comumente usados para descrever um cenário ou série de etapas que é executado em resposta a um evento para produzir uma saída específica. Essas atividades são processos e mudanças que ocorrem internamente, utilizando-se de objetos como atores, eles têm uma linha de vida vertical. A mensagem é descrita como uma linha de seta de um objeto para outro. Na próxima fase de design, as mensagens serão mapeadas para operações / métodos da classe. Na figura anterior, demonstra-se um exemplo de diagrama de sequência de um cliente efetuando uma transação em um sistema (PENDER, 2004).

3 VIVENCIANDO A INDÚSTRIA

Nesta etapa do trabalho é apresentada a justificativa com dados que comprovam a existência do problema, também são apresentadas as causas que contribuem para a ocorrência do problema, as quais são identificadas, analisadas e priorizadas com a utilização do Diagrama da Árvore e a Matriz GUT.

3.1 JUSTIFICATIVA

A partir de informações obtidas por meio da visita realizada no dia 22 de março foi observado que apesar do porte da empresa os processos jurídicos e internos tais como administrativos, ou seja, que não são os operacionais de produção acabam ficando em segundo plano e parte desses processos não são automatizados, como é problema objeto deste estudo, que é, não integração e automatização de duas planilhas, sendo: FMEA e o Plano de ação, as mesmas alimentadas de forma manual, o que resulta em desperdício de tempo para realizar os lançamentos, bem como não é possível utilizar para tomadas de decisão, visto que não é possível realizar a pesquisa de dados que proporcionem resultar em indicadores.

Atualmente, todo o controle e monitoramento são realizados via planilha eletrônica do Microsoft Excel e o controle desta é realizado por meio das mesmas, muitas vezes ocasionando diversas limitações como, falta de informações globais, excesso de informações em uma página só, demora no preenchimento de informações entre outros. Como ela está em operação no momento, não é possível verificar se um processo é reincidente ou não.

A figura 10 mostra como exemplo a primeira página da planilha utilizada na empresa, para os critérios de avaliação do produto em questão, utilizando o FMEA.

FIGURA 10 – EXEMPLO DA PLANILHA FMEA DE PROCESSO UTILIZADA PELA EMPRESA

ANEXO 3 DO PC 04 2450 03
FMEA DE PROCESSO
Índices de Avaliação

Pg. 1 de 2

Critérios de Avaliação de Severidade PFMEA

Efeito	Critérios: Severidade do Efeito no Produto (Efeito no Cliente)	Classificação	Efeito	Critérios: Severidade do Efeito no Processo (Efeito na Fabricação/Montagem)
Falha em atender a requisitos de segurança e/ou regulatórios	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentação governamental, sem aviso prévio	10	Falha em atender a requisitos de segurança e/ou regulatórios	Pode trazer perigo ao operador (de máquina ou montagem), sem aviso prévio.
	Modo de falha potencial afeta a operação segura do veículo e/ou envolve não-conformidade com regulamentação governamental, com aviso prévio	9		Pode trazer perigo ao operador (de máquina ou montagem), com aviso prévio.
Perda ou Degradação da Função Primária	Perda da função primária (veículo inoperável, não afeta a operação segura do veículo)	8	Interrupção Maior	100% dos produtos podem ser refugados. Parada da linha de produção ou parada de embarque (expedição)
	Degradação da função primária (veículo operável, mas com um nível reduzido de desempenho)	7	Interrupção Significante	Uma parcela do lote de produção pode ser refugada. Desvio do processo primário, incluindo velocidade reduzida da linha de produção e acréscimo de mão de obra.
Perda ou Degradação da Função Secundária	Perda da função secundária (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência estão inoperáveis)	6	Interrupção Moderada	100% do lote de produção pode ser retrabalhado fora da linha e aceito
	Degradação da função secundária (veículo operável, mas as funções de conforto/conveniência apresentam um nível reduzido de desempenho)	5		Uma parcela do lote de produção pode ser retrabalhado fora da linha e aceito
Incômodo	Aparência ou ruído audível, veículo operável, item não conforme e percebido pela maioria dos clientes (>75%).	4	Interrupção Moderada	100% do lote de produção pode ser retrabalhado na estação, antes de ser processado.
	Aparência ou ruído audível, veículo operável, item não conforme e percebido por muitos clientes (>55%).	3		Uma parcela do lote de produção pode ser retrabalhado na estação, antes de ser processado.
	Aparência ou ruído audível, veículo operável, item não conforme e percebido por clientes observadores (<25%).	2	Interrupção Menor	Ligeira inconveniência para o processo, operação ou operador
Nenhum Efeito	Nenhum efeito perceptível	1	Nenhum Efeito	Nenhum efeito perceptível

Critérios de Avaliação de Ocorrências de PFMEA

Probabilidade de Falha	Critérios: Ocorrência de Causa - PFMEA (Incidentes por itens/veículos)	Classificação
Muito Alta	≥ 100 por mil	10
	≥ 1 em 10	
Alta	50 por mil	9
	1 em 20	
	20 por mil	8
	1 em 50	
	10 por mil	7
	1 em 100	
Moderada	2 por mil	6
	1 em 500	
	0,5 por mil	5
	1 em 2.000	
	0,1 por mil	4
	1 em 10.000	
Baixa	0,01 por mil	3
	1 em 100.000	
	≤ 0,001 por mil	2
	1 em 1.000.000	
Muito Baixa	A falha é eliminada através de controle preventivo.	1

FONTE: EMPRESA (2022)

Conforme pode-se observar na figura 10, as informações são alimentadas por meio de uma massa de dados agrupados de forma lógica dentro do banco de dados, que são disponibilizados pelo sistema de acordo com a necessidade do usuário.

A figura 11 mostra um modelo explicativo para o preenchimento da planilha citada na figura 24, sendo ela o FMEA de Processo para Análise do Modo e dos Efeitos de Falhas em Potencial.

FIGURA 1 – MODELO EXPLICATIVO PARA PREENCHIMENTO DO FMEA DO PROCESSO

Anexo 2, Folha 3 do PC 04,2450,03 .

MODELO EXPLICATIVO PARA PREENCHIMENTO.				
FMEA de PROCESSO - ANÁLISE do MODO e dos EFEITOS de FALHAS em POTENCIAL				
Nome do FMEA				
Nome e Número da Peça/ Conjunto/ Processo			Programa	
Setor Emitente		Eng. Responsável	Plantas/ fornecedores atingidos	Cliente
Time FMEA emitente Rev 00	Nome	Departamento/ Ramal	Data Emissão - Rev 00	Comentários
Time FMEA emitente Rev	Nome	Departamento/ Ramal	Data Retroalimentação - Rev	Histórico Citar o Evento que gerou a revisão do FMEA

Nome e Número da Peça/ Conjunto/ Processo																			
					Controles atuais no processo		Atual					Previsto				Real		
Função do processo/ produto	Modo / Tipo de falha potencial	Efeito potencial da falha	Classificação	Causa potencial / mecanismos de falha	Controle Preventivo	Controle Detectivo	Severidade	Ocorrência	Detecção	NPR	Ação recomendada / nome do responsável / data prevista	Ocorrência	Detecção	NPR	Ações tomadas/ data efetiva	Ocorrência	Detecção	NPR
Procurar descrever no formato de verbo + substantivo + especificações de engenharia com suas respectivas tolerâncias. Ex.: Furar Diâmetro 4,0 +/- 0,1 mm	Fazer a Pergunta: O que pode dar errado? - Função não Realizada - Função Parcial - Função Intermitente -Função Degradada -Função Exagerada. Ex.: 1. Furo Inexistente 2. Diâmetro excessivo do furo (>4,1 mm) 3. Diamêtro do Furo inferior à 3,9 mm	Pensar no efeito da falha no ponto de vista do cliente final ou cliente interno - Insatisfações dos clientes (pequena, média ou grande) -Interferência com outras operações subsequente -Diminuição da performance do produto -Afeta regulamentação governamental -Afeta segurança	D = (Crítico / Segurança) * = (Significativo)	- Pensar no motivo a qual o processo de fabricação irá falhar e o modo de falha irá ocorrer; '- As causas devem ser descritas em termos de algo que possa ser controlado ou corrigido, permitindo a implementação de ações preventivas; '- Para identificação das causas da falha considera-se que peças/componentes/conjuntos e materiais vindos de operações anteriores estão corretos.	Pensar nos controles preventivos existentes nos processos atuais que possam idententicar a **CAUSA** da falha Ex.:- poka-yoke - verificações de setup - CEP (Desgaste de ferramenta) - Painel Controle de Torque(Protegido por Senha),somente pessoal set-up tem acesso. - Treinamento do Pessoal do Set-up **Obs: Quando não houver controle preventivo, indicar "Nenhum"**	Pensar nos controles Detectivos existentes nos processos atuais que possam identificar o **MODO DE FALHA** Ex.: - Inspeções - auditorias aleatória - dispositivos de controle (Passa-Não Passa) - Box de validação de torque para valiadar a configuração antes de executar **Obs: Quando não houver controle detectivo, indicar "Nenhum"**	COLUNA TABELA	COLUNA TABELA	COLUNA TABELA	Multiplicar Severidade X Ocorrência X Detecção	Descrever ações que visam eliminar ou minimizar 1º a ocorrência da causas de falhas ou 2º o modo de Falha. OBS.: Este Prazo deve ser monitorado para verificar se as ações ocorreram e se foram eficazes. Se a avaliação conduzir a ausencia de ação recomendada, colocar "Nenhuma". Pode ser útil uma explanação em casos de severidade alta.	COLUNA TABELA	COLUNA TABELA	Multiplicar Severidade X Ocorrência X Detecção	Verificar a eficácia das ações tomadas e eventuais ações complementares que possam ter sido realizadas. Colocar a data efetiva da ação	COLUNA TABELA	COLUNA TABELA	Multiplicar Severidade X Ocorrência X Detecção

D = (Crítico / Segurança) Podem afetar a segurança ou desrespeitar regulamentações governamentais. (Severidade 9 ou 10).
* = (Significativo) Causam insatisfação no cliente ou afetam funcionalidade, durabilidade e aparência do produto. (Severidade entre 5 e 8) e (Ocorrência ≥ a 4).

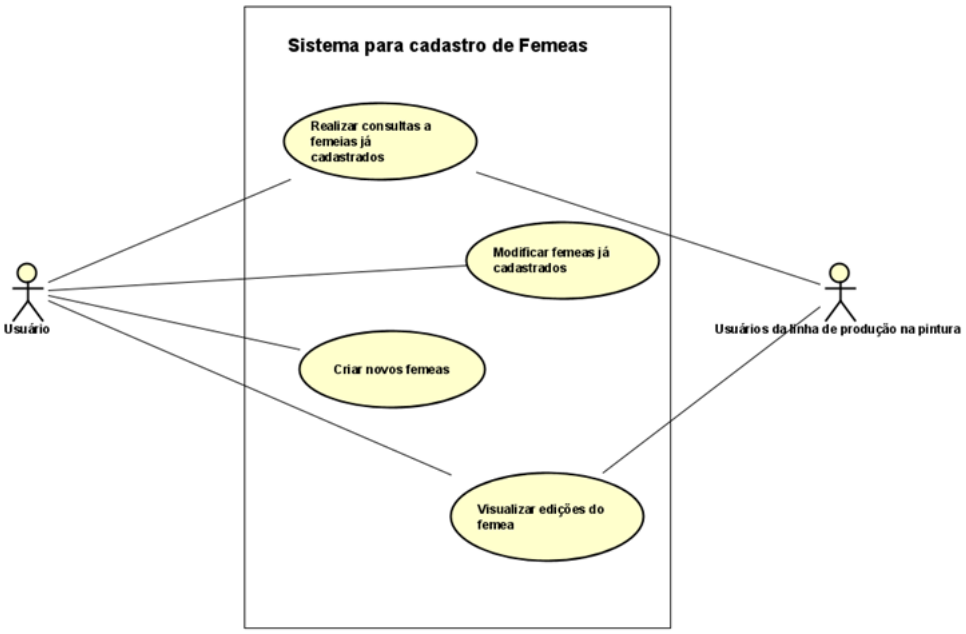
FONTE: EMPRESA (2022)

Conforme pode-se observar na figura 11, as informações são alimentadas por meio de uma massa de dados agrupadas de forma lógica dentro do banco de dados, que são disponibilizadas pelo sistema de acordo com a necessidade do usuário.

3.2 CAUSAS DO PROBLEMA

Foi utilizado o diagrama de casos de uso para se poder ver com representações gráficas todos os processos que cada ator é capaz de realizar dentro do sistema a ser implantado, vemos que o usuário tem acesso a todos as funções já que é ele quem realizará a inserção de dados, para que o usuário da linha de produção da pintura tenha acesso aos mesmos e possa controlar e minimizar as falhas nos processos de produção das peças automotivas da empresa. A figura 12 mostra o diagrama de casos de uso, a qual evidencia os requisitos do sistema.

FIGURA 12 – DIAGRAMA DE CASOS DE USO DO SISTEMA FMEA



FONTE: AUTORES (2022).

Conforme figura com o diagrama de casos de uso podemos ver as seguintes representações gráficas abaixo:

a) Realizar consulta a FMEAS já cadastrados: tanto o usuário quanto o usuário da linha de produção na pintura têm acesso a esta função já que ambos precisam consultar os FMEAS que já foram feitos.

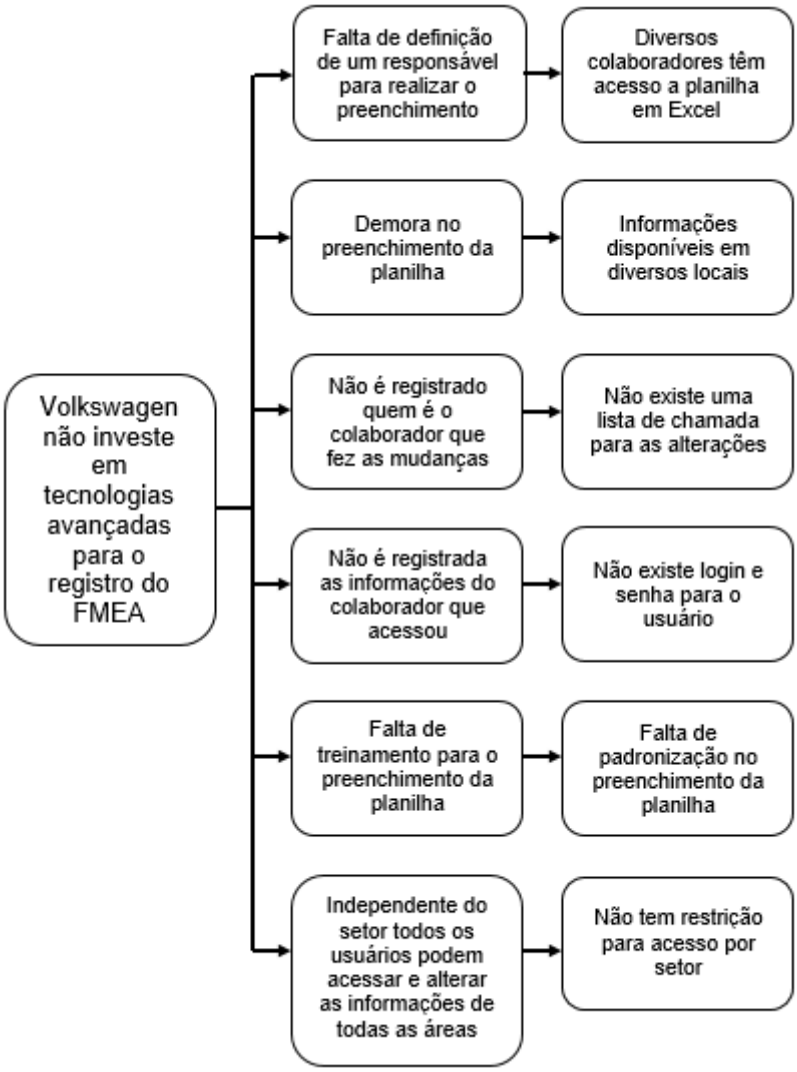
b) Modificar FMEAS já cadastrados: essa função e feita apenas pelo usuário já que é ele o único que possui os dados necessários para a inserção dessas informações no sistema.

c) Criar FMEAS: a criação também fica a cargo apenas do usuário já que o usuário da linha de produção na pintura não possui tais informações e o objetivo dele e simplesmente consultas para a verificação de seu trabalho.

d) Visualizar edições do FMEAS: nessa aba ambos têm acesso já que precisam ter acesso a quem alterou por questões de credibilidade do documento.

Após o debate das causas através de um *brainstorming*, com base nas informações obtidas pela empresa, na visita do dia 22 de março e observando a planilha que ocorre o preenchimento do FMEA, conforme figura 25 e figuras encontradas no anexo A e B, assim todas as causas foram colocadas na ferramenta Diagrama de Árvore, para que fosse possível identificar as causas primárias e secundárias e buscar por soluções durante esse processo de análise, podendo assim identificar medidas corretivas ideais. A figura 13 mostra as causas identificadas por meio do Diagrama da Árvore.

FIGURA 13 – DIAGRAMA DA ÁRVORE PREENCHIDO COM AS CAUSAS IDENTIFICADAS



FONTE: AUTORES (2022).

Conforme mostra o diagrama da árvore foram identificadas 13 causas, as quais são priorizadas a seguir na matriz GUT.

3.3 CAUSAS PRIORIZADAS

As causas listadas no diagrama de árvore foram priorizadas a partir da Matriz GUT, a tabela 1 a seguir mostra todas as causas identificadas, com as suas devidas pontuações de acordo com sua gravidade, urgência e tendência, a qual todas elas possuem a sua classificação.

TABELA 1 – CAUSAS PRIORIZADAS NA MATRIZ GUT

Causas	G	U	T	GxUxT	Classificação
Independente do setor todos os usuários podem acessar e alterar as informações de todas as áreas	**4**	**4**	**3**	**48**	**1°**
Demora no preenchimento da planilha	**3**	**3**	**4**	**36**	**2°**
Não é registrada as informações do colaborador que acessou	**3**	**3**	**4**	**36**	**3°**
Falta de treinamento para o preenchimento da planilha	**4**	**3**	**3**	**36**	**4°**
Falta de padronização no preenchimento da planilha	3	3	3	27	5°
Não tem restrição para acesso por setor	3	3	3	27	6°
Não existe um login e senha para o usuário	3	2	2	12	7°
Diversos colaboradores têm acesso a planilha em Excel	3	2	2	12	8°
Não é registrado quem é o colaborador que fez as mudanças	2	2	2	8	9°
Falta de definição de um responsável para realizar o preenchimento	2	2	2	8	10°
Informações disponíveis em diversos locais	2	2	1	4	11°
Não existe uma lista de chamada para as alterações	2	2	1	4	12°

FONTE: AUTORES (2022).

Foi adotada a linha de corte de 30 pontos na Matriz GUT, assim, desta forma foram priorizadas 4 causas, as quais a seguir são descritas, ou seja, as que mais impactam no problema, para as quais será realizado o plano de ação.

Com relação a causa **independente do setor todos os usuários podem acessar e alterar as informações de todas as áreas** ela ocorre, pois a planilha de Excel alimentada pelos colaboradores da empresa, tem acesso liberado para todos os funcionários, fazendo com que toda esta alimentação seja realizada por todos aqueles que obtenham acesso à planilha, o que causa a alteração de dados e fórmulas da mesma, independente do setor dos quais estas informações pertençam, ou seja, mesmo que sem intenção, uma determinada pessoa de uma determinada área pode alterar dados já preenchidos de uma área da qual não faça parte.

No que se refere à causa **demora no preenchimento da planilha**, por ser mais utilizado para cálculos, o Excel se torna uma ferramenta difícil de manipular, com o preenchimento de colunas, linhas e elaboração de fórmulas para agilizar o processo, porém ao tentar elaborar ou pegar pronta uma fórmula acaba gerando um atraso no seu desenvolvimento e utilização. Por isso tem-se o entendimento de que é inevitável a utilização do Excel como um sistema de controle de estoques ou cadastros em geral.

A causa **não é registrada as informações do colaborador que acessou**, foi uma das priorizadas, pois no Excel não existe esse registro, ou seja, a ferramenta do Excel não tem essa flexibilidade de saber informações de quem foi o responsável por cada mudança feita na planilha para as pessoas que tem o acesso da mesma, mas se acontecesse de um colaborador mexer em uma formula e desconfigurasse e em seguida tenha salvado o documento, não existe a possibilidade de conter essa informação no que foi feito a alteração, poderia perder uma formula importante da planilha fazendo com que perdesse todo o andamento da construção do FMEA, então isso causa a falta de organização para identificar qual mudança foi feita e as informações do colaborador.

Para a causa **falta de treinamento para o preenchimento da planilha**, foi uma das priorizadas pois é necessário que uma pessoa que saiba mexer na ferramenta do Excel, assim para cada informação que é inserida na planilha o responsável tem que ter um certo conhecimento, devido que o Excel é uma ferramenta bem útil para as empresas, porém consiste em vários códigos e formulas, mas se colocar um colaborador que não entenda sobre a mesma, vai ocasionar em um problema futuro, devido vir a inserir uma informação incorreta na planilha, podendo alterar o entendimento dos dados preenchidos no FMEA por outro colaborador, e até mesmo a alteração de todas as informações do sistema, com isso se perde o material importante da empresa, já que para a empresa independente do setor que preenche o FMEA, cada informação é fundamental para o desenvolvimento da planilha, então se faz necessário colocar uma pessoa capacitada para o preenchimento dessa ferramenta.

4 TROCANDO IDEIAS

Nesta etapa do trabalho são apresentadas as alternativas de solução e o plano de ação estabelecido para as causas priorizadas.

4.1 ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Como alternativa de solução para as quatro causas priorizadas e consequentemente para o problema, propõe-se desenvolver um software web para controle e gerenciamento dos dados cadastrais de todos os processos e FMEA. As alternativas de solução foram obtidas por meio de um *brainstorming* elaborado entre os membros da equipe do presente trabalho, realizado no dia 28 de março de 2022, artigo científico e *benchmarking.* Conforme são apresentados no quadro 1.

QUADRO 1 – ALTERNATIVAS DE SOLUÇÃO

Causas	Alternativas De Solução	Origem Das Alternativas
Independente do setor todos os usuários podem acessar e alterar as informações de todas as áreas	Criar um sistema com restrição de áreas	*Brainstorming* e Artigo Científico
Demora no preenchimento da planilha	Padronizar o preenchimento	*Brainstorming*
Não é registrada as informações do colaborador que acessou	Acrescentar no sistema um local de registro de dados	*Brainstorming* e Artigo Científico
Falta de treinamento para o preenchimento da planilha	Aplicar treinamento para os colaboradores do setor sobre o uso do sistema a ser implantado	*Brainstorming* e *Benchmarking*

FONTE: AUTORES (2022).

Para solucionar a causa "**independente do setor todos os usuários podem acessar e alterar as informações de todas as áreas**" a alternativa de solução foi obtida por meio do *brainstorming*, realizado entre os membros da equipe e também do artigo científico "Sistema de Informações: O Uso consciente da Tecnologia para o gerenciamento", o mesmo explica que as empresas precisam ter um controle dos usuários e informações de todas as áreas, portanto é necessário manipular grandes quantidades de informações para a definição de um bom planejamento estratégico e operacional, com isso as ferramentas tecnológicas que permitam controlar de maneira instantânea todas as informações internas e externas da empresa, pois atualmente o uso dos computadores como ferramenta de trabalho em todas as áreas é algo totalmente comum, sugere-se criar um sistema com restrição de áreas, assim sendo, capaz de realizar essa restrição de informações, para que não se tenha colaboradores que não tenha a devida permissão do setor fazendo as alterações, pois pode ocorrer problemas por não conhecer a devida área e o seu preenchimento.

Para solucionar a causa "**demora no preenchimento da planilha**" a alternativa da solução foi obtida por meio do *brainstorming* entre a equipe de pesquisa e sugere-se fazer padronizar a planilha para o preenchimento, se visualiza que quando existe um padrão pré-estabelecido se tem a praticidade para pensar nas ideias e com isso fica de forma clara os dados que devem ser inseridos, para quando for definir as informações a serem inseridas no FMEA,

Para solucionar a causa "**não é registrada as informações do colaborador que acessou**", a alternativa de solução foi obtida por meio do *brainstorming* realizado entre a equipe e por meio do artigo científico "*SafeTraill*: o qual aborda sobre um modelo para controle de acesso baseado em perfis, contextos e trilhas", que diz que controlar o acesso é uma preocupação de várias empresas e estabelecimentos, com isso uma forma tradicional de autenticação de usuários

é o de credenciais simples, que seria um login e uma senha. Nesse modelo, existem perfis previamente criados, com o que cada usuário pode acessar, o que ele poderá alterar ou inserir no sistema, quais pastas e arquivos ele terá acesso e até o que eles poderão excluir. Então sugere-se acrescentar no sistema um local de registro de dados.

E para solucionar a causa "**falta de treinamento para o preenchimento da planilha**" a alternativa de solução foi obtida por meio de um *brainstorming* e por meio do *benchmarking* realizado em uma renomada empresa localizada em São José dos Pinhais, através de um dos membros da equipe o qual trabalha na empresa. A empresa possui uma metodologia ativa de melhoria contínua chamada de TAD (Time de Alto Desempenho) onde todos os indicadores das áreas são preenchidos em uma planilha pelos seus próprios colaboradores afim de ter um controle de seus números e resultados durante a semana, mês e ano. Para que seus colaboradores realizem o preenchimento das planilhas da forma correta, a empresa realiza treinamentos obrigatórios do TAD durante um período da estada do colaborador, ou seja, do horário de trabalho dele. Este treinamento possui uma duração média de duas horas, uma vez durante a semana, por aproximadamente um ano e meio. Cada colaborador pode chegar até o nível 4, quando já se torna apto para realizar apresentações em auditorias etc.

Com base nas informações obtidas por meio do *brainstorming* e *benchmarking*, sugere-se realizar uma reunião para treinamento de quatro horas de duração, com todos os envolvidos responsáveis pelo preenchimento do FMEA, até que todas as dúvidas sejam sanadas e que ao final do treinamento, estes colaboradores alcancem uma nota de corte mínima pré-estipulada em uma avaliação onde garantirão a fixação do aprendizado durante o período de treinamento, afim de que a alimentação correta de dados no sistema a ser implantado na empresa sejam realizados da forma assertiva, evitando assim um possível retrabalho futuro.

4.2 PLANO DE AÇÃO

Por meio do uso do 5W2H é apresentado a seguir e a partir das alternativas de soluções apresentadas no tópico 3.2, utilizando as causas priorizadas foi proposto um plano de ação para chegar as possíveis ações corretivas.

O quadro 2 mostra o 5W2H preenchido com suas respectivas informações para as quatro causas priorizadas.

QUADRO 2 – 5W2H PARA AS CAUSAS PRIORIZADAS

INDEPENDENTE DO SETOR, TODOS OS USUARIOS PODEM ACESSAR E ALTERAR AS INFORMAÇÕES DE TODAS AS ÁREAS						
O quê? (What?)	Quem? (Who?)	Onde? (Where?)	Quando? (When?)	Por quê? (Why?)	Como? (How?)	Quanto? (How Much?)
Criar um sistema com restrição de áreas	Autores	Sala de aula	Maio 2022	Para que não haja alterações indesejadas entre áreas	Desenvolvendo um sistema que contenha uma trava, onde cada área tenha acesso somente as suas demandas	Sem custo
Implantar o Sistema com restrição de áreas	Gestor do Setor	Setor de Pintura	Outubro 2022	Para que não haja alterações indesejadas entre áreas	Desenvolvendo um sistema que contenha uma trava, onde cada área tenha acesso somente as suas demandas	R$25.000, 00 (valor do sistema completo)
DEMORA NO PREENCHIMENTO DA PLANILHA						
Padronizar o preenchimento	Autores	No sistema criado	Junho de 2022	Para reduzir o tempo de preenchimento da planilha	Desenvolvendo um sistema com informações padronizadas	R$25.000 (valor do sistema completo)
NÃO É REGISTRADA AS INFORMAÇÕES DO COLABORADOR QUE ACESSOU						
Acrescentar no sistema um local de registro de dados	Autores	No sistema	Junho de 2022	Para ter o conhecimento sobre quem e quando alterou os dados no sistema	Registrando em um campo obrigatório as informações do editor(a)	20 horas aula
FALTA DE TREINAMENTO PARA O PREENCHIMENTO DA PLANILHA						
Aplicar treinamento sobre o uso do sistema a ser implantado	Autores	Empresa	Outubro 2022	Para que todos os responsáveis tenham conhecimento de como alimentar o sistema	Realizando uma reunião com os envolvidos, para treinar todos os colaboradores que alimentam o FMEA	4 horas de reunião

FONTE: AUTORES (2022).

Com o objetivo de sanar a principal causa anteriormente priorizada pela Matriz GUT **independente do setor, todos os usuários podem acessar e alterar as informações de**

todas as áreas, os autores propõem que seja criado um sistema com uma restrição entre áreas e modelado pelos programadores da empresa, a fim de que este tipo de trava seja responsável por delimitar o preenchimento da planilha de acordo com a área que o colaborador encontrasse alocado. Este plano de ação está previsto para ser implementado em outubro de 2022 e custará aproximadamente R$25.000,00 valor correspondente a 100 horas de trabalho para desenvolvimento dos “alunos” autores responsáveis pela atividade.

Para solucionar a causa **demora no preenchimento da planilha**, foi sugerido como plano de ação padronizar o preenchimento da planilha, conforme apresentado no quadro 2, onde é mostrado o 5W2H preenchido com suas respectivas informações.

Seu objetivo é de que através do sistema criado pelos autores, os colaboradores que possuam acesso ao preenchimento do FMEA, o façam com mais agilidade, diminuindo, consequentemente, o tempo de preenchimento. Este plano de ação está previsto para ser desenvolvida em junho de 2022 e custará aproximadamente R$25.000,00 (mesmo custo do sistema completo, já citado) e o valor das horas de trabalho dos funcionários que participarão do treinamento e sugere-se que seja implantada em outubro de 2022.

Para solucionar a causa **não é registrada as informações do colaborador que acessou**, conforme demonstrado no Quadro 2, com o objetivo de sanar a devida causa, foi implantado dentro do sistema um campo obrigatório de registro de dados, com isso, haverá uma aba dentro do sistema onde será registrada as informações gerais da pessoa que fez qualquer alteração, para que se tenha um conhecimento sobre quem e quando alterou os dados do FMEA. Já foi desenvolvido pelos autores em junho e deste modo sugere-se que em outubro de 2022, esta etapa seja implantada no sistema na empresa.

Tendo em vista o plano de ação estabelecido no quadro 2 por meio da ferramenta 5W2H, para solucionar a causa **falta de treinamento para o preenchimento da planilha**, será realizado um treinamento com todos os colaboradores que preencham o FMEA, para que os mesmos tenham conhecimento técnico para alimentar corretamente os dados do sistema a ser implantado. Para este plano de ação, o treinamento será realizado somente quando o sistema for implantado na empresa, sendo assim em outubro de 2022 e terá duração de aproximadamente 4 horas durante o expediente de trabalho.

Conforme se observa no quadro 2 as ações apresentadas no 5W2H, se obtêm como alternativas de solução a criação de um sistema e seus devidos preenchimentos padronizados, assim fora criado um sistema pelos autores do presente trabalho, para que fosse possível agilizar o processo estabelecido. A seguir apresenta-se o desenvolvimento do mesmo, com os devidos detalhes da criação do FMEA sistematizado.

Como fundamentado no presente estudo, utilizou-se o *Lean Manufacturing*, que tem como essência a capacidade de eliminar desperdícios e resolver os problemas de uma maneira

sistemática, focando na informação passado pela empresa, de que havia uma demora no preenchimento do FMEA através das planilhas em Excel, a qual trabalham.

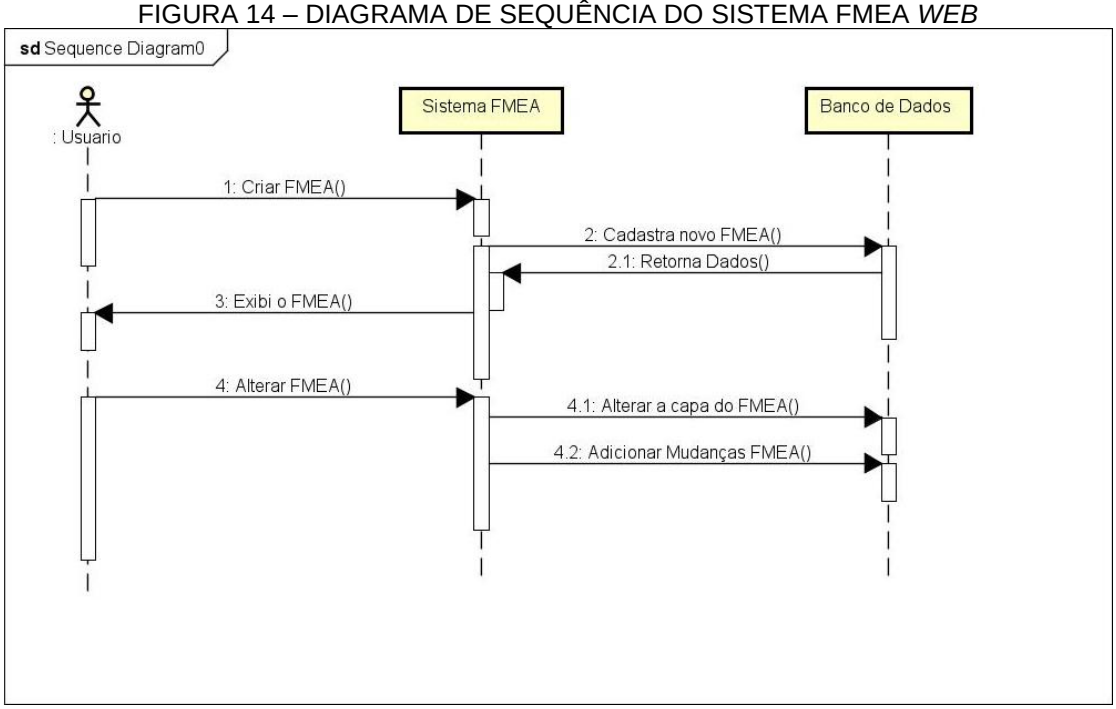
Foi desenvolvido assim, uma aplicação *web* (FMEA *WEB*) e para programação está sendo utilizada as seguintes tecnologias para o *front-end*: CSS, *JavaScript* e html, para o *back-end* utiliza-se o seguinte *framework*: *React*, que tem a função de organizar os dados em blocos enviados para serem tratados pelo *front-end*. Para o armazenamento dos dados foi utilizado o MySQL por ser um banco de dados gratuito. Logo o FMEA *WEB* tem o intuito de aumentar a produtividade no momento do preenchimento do documento e reduzir ao mínimo o erro humano.

A utilização dele será feita pelo usuário da seguinte forma: ao entrar no sistema o usuário terá a opção de histórico onde ficam armazenados os dados de FMEA já preenchidos, além disso também poderá cadastrar, excluir e editar novos registros se assim for necessário. Ele contará com uma capa que possuirá as informações de qual usuário está realizando as edições e do que se trata o documento inserido.

O trabalho acadêmico tem como objetivo ser implantado na empresa o projeto fabricado, com isso, a aplicação poderá ser testada em campo para obter resultados mais concretos, podendo assim, ter um feedback com erros encontrados ou sugestões de melhorias. Possibilitando também que no futuro possa ser implantado no sistema de outros setores da empresa.

A figura 14 mostra o Diagrama de Sequência realizado para ter um parâmetro de como será feito a interação do usuário dentro do sistema.

FIGURA 14 – DIAGRAMA DE SEQUÊNCIA DO SISTEMA FMEA *WEB*

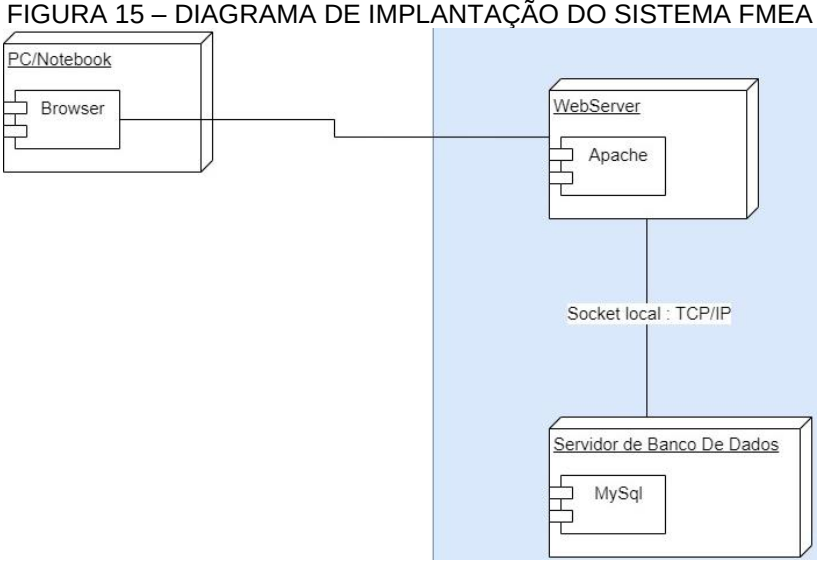


FONTE: AUTORES (2022).

Conforme a figura 14 o diagrama de sequência é exibido a interação entre o usuário e o sistema, mostrando assim toda a funcionalidade, ou seja, o usuário vai iniciar o sistema e criar um FMEA, depois o sistema vai armazenar esses dados para o usuário mostrando o que foi cadastrado. Em um segundo momento o usuário pode listar o FMEA e fazer comparações ou pode fazer as novas atualizações ou alterações no FMEA.

Para começarmos na tela inicial logo após a tela de cadastro onde é possível inserir dados do FMEA caso já exista o mesmo e substituído pelo processo de edição. A figura 15 mostra o diagrama de implantação.

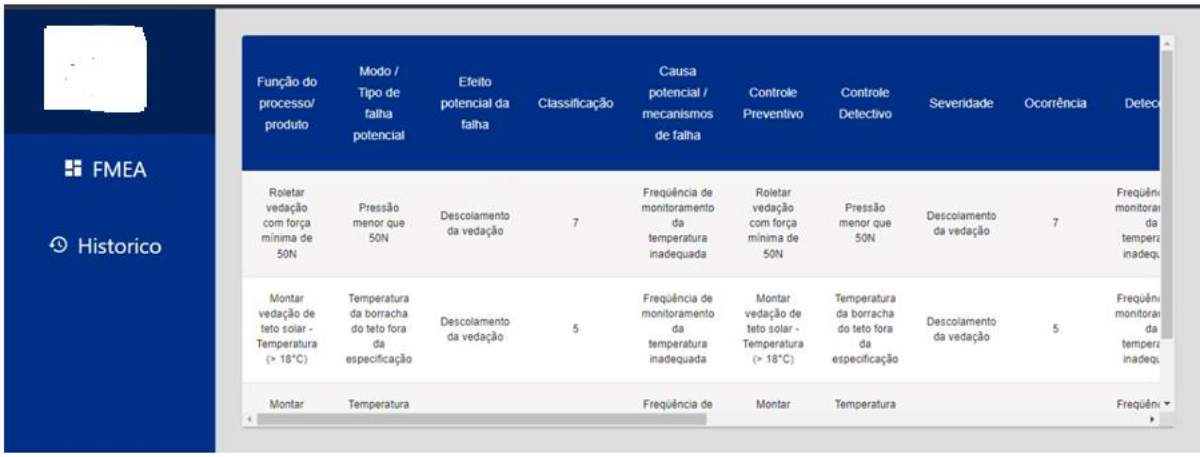
FIGURA 15 – DIAGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA FMEA



FONTE: AUTORES (2022).

Conforme figura 15, ilustra que no diagrama de implantação, mostra como o usuário vai fazer para utilizar do sistema, para isso é necessário de uma máquina que por sua vez está conectada à *web server*, em seguida a *web server* tem que estar conectado a um banco de dados para que seja possível a inserção e exibição dos FMEAS. A figura 16 mostra a tela inicial do sistema FMEA WEB desenvolvido.

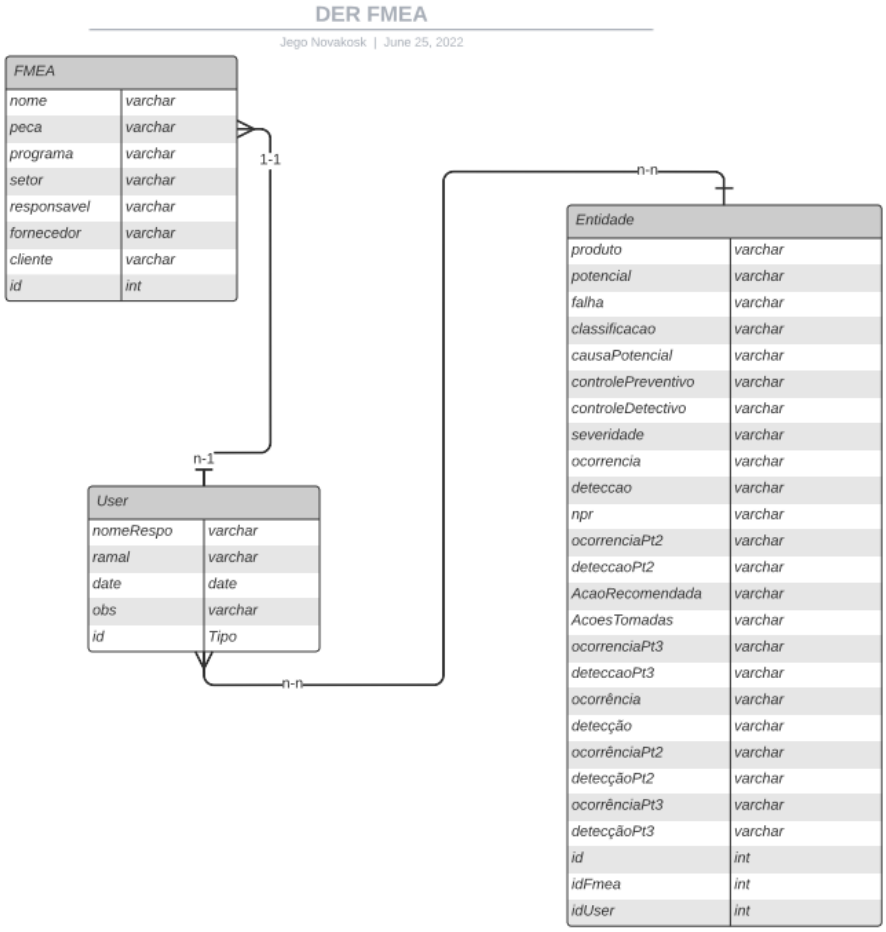
FIGURA 16 - TELA INICIAL DO SISTEMA FMEA



FONTE: AUTORES (2022).

Conforme se observa na figura 16, o sistema com a sua tela inicial mostra todos os FMEA disponíveis que já foram preenchidos e estão contidos dentro do banco de dados até o momento, nessa tela é possível editar os registros clicando nos botões de edição ao lado do registro. A figura 17 mostra o Diagrama de Entidade e Relacionamento.

FIGURA 17 – DIAGRAMA DE ENTIDADE E RELACIONAMENTO PARA O SISTEMA FMEA



FONTE: AUTORES (2022).

Conforme a figura 17 observa-se que tem-se 3 tabelas, sendo a FMEA, *User* e entidades onde essas tabelas tem-se as *primary Key* onde serão relacionados e trarão os dados de acordo com os *ID* de cada tabela, sendo essa uma importante referência, pois com ela podemos ligar os dados e fornecer ao produto os dados exatos. A figura 18 mostra a segunda tela do sistema FMEA *WEB* desenvolvido, sendo o cadastro da Capa.

FIGURA 18– CADASTRO CAPA

FONTE: AUTORES (2022).

A figura 18, refere-se à segunda tela do sistema FMEA *WEB*, onde será cadastrado e editado as capas. Nela deverá ser inserido as informações de quem está iniciando o FMEA, como o nome, responsável e demais informações. Esse preenchimento e feito em duas partes, pois são muitos campos e visando melhorar a experencia do usuário foi dividido, para que não houvesse excesso de poluição visual.

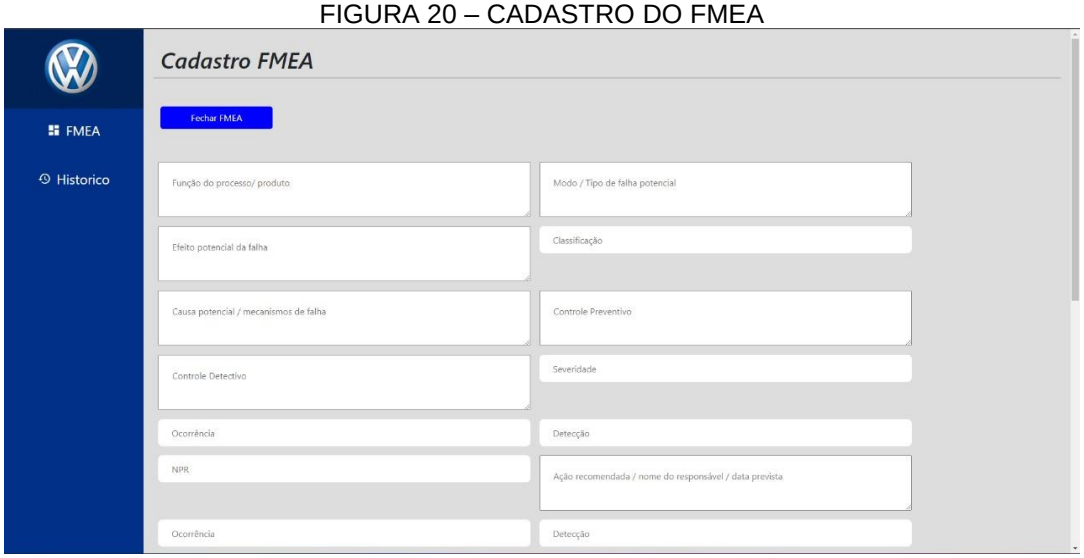
Conforme podemos observar na figura 19, que mostra a segunda tela do cadastro do colaborador que vier a iniciar o preenchimento do FMEA.

FIGURA 19– SEGUNDA PARTE DA CAPA

FONTE: AUTORES (2022).

Conforme se observa na figura 19, a segunda parte, são inseridos os dados de quem editou esse documento, posteriormente nela são inseridas as credenciais da empresa de quem está editando e a data de edição do documento. A figura 20 mostra a tela do sistema FMEA *WEB*, a qual será utilizada para o preenchimento automatizado do FMEA.

FIGURA 20 – CADASTRO DO FMEA



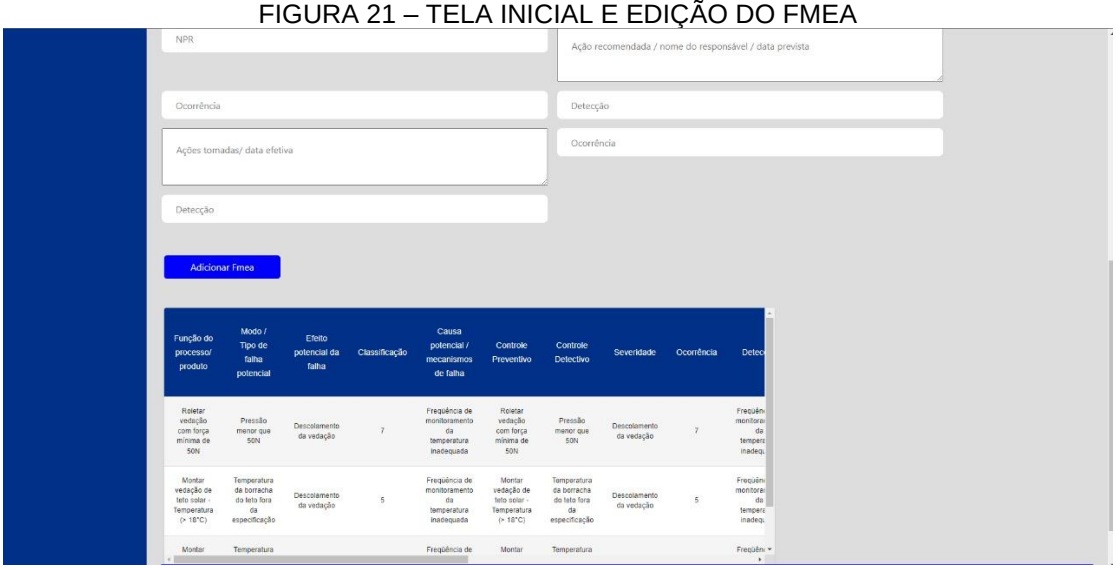
FONTE: AUTORES (2022).

Conforme pode-se observar na figura 20, após a capa ser preenchida o usuário será imediatamente direcionado para o preenchimento do FMEA, com os devidos campos padrões, e após o preenchimento, o usuário clicará em salvar para guardar essas informações.

O diagrama de entidade e relacionamento auxiliará a mostrar como será o modelo do banco de dados com a necessidade de criar alguma tabela no banco e suas principais relações, com isso o time de desenvolvimento pode aplicar essa solução de acordo com a necessidade do projeto, ganhando tempo no desenvolvimento.

A figura 21 mostra a tela inicial e edição do FMEA, com o intuito de verificar na tabela as últimas inserções realizadas no sistema *WEB* desenvolvido.

FIGURA 21 – TELA INICIAL E EDIÇÃO DO FMEA

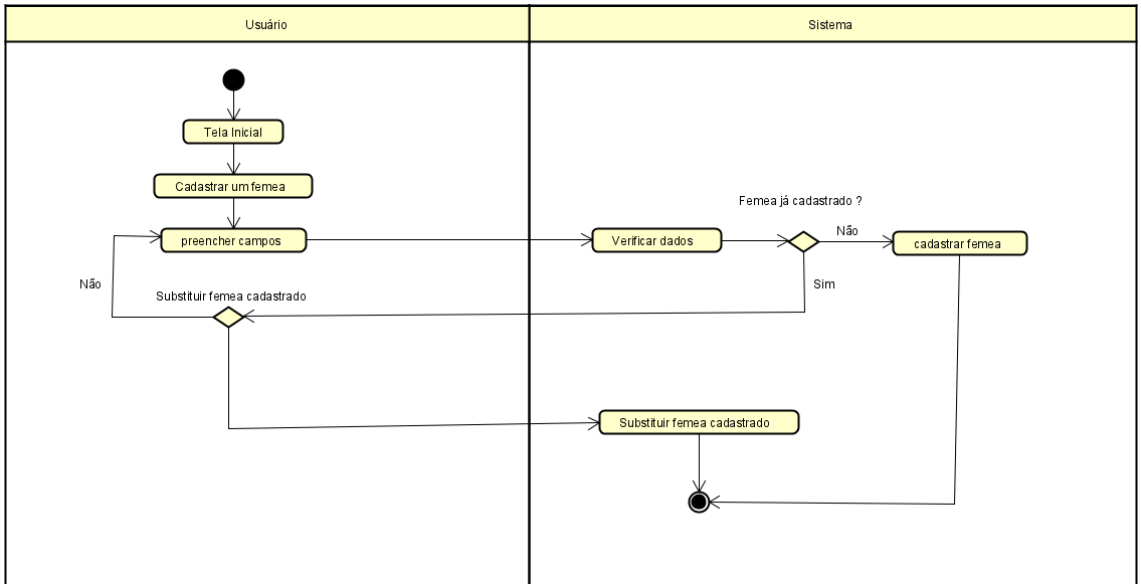


FONTE: AUTORES (2022).

Conforme pode-se observar na figura 21, refere-se a tabela que fica na tela inicial junto com a capa do FMEA, nela são disponibilizadas as últimas inserções de FMEAS, para que o

usuário possa fazer alguma edição rápida se necessário. A figura 22 mostra o diagrama de atividade para um melhor entendimento do processo de cadastramento e atualização de dados dentro do sistema.

FIGURA 22 – DIAGRAMA DE ATIVIDADE DO CADASTRO DAS INFORMAÇÕES DENTRO DO SISTEMA FMEA *WEB*



FONTE: AUTORES (2022).

Com base no diagrama de atividade, na figura 22 podemos ver como é feito o processo de cadastro e atualização de dados, tanto do lado do usuário como do lado do sistema e quais exercem cada papel. A figura 23 mostra a tela de histórico do sistema FMEA *WEB*, na qual se estão contidos todos os FMEAS cadastrados no sistema.

FIGURA 23 – MODIFICAÇÕES DO FMEA

FONTE: AUTORES (2022).

E por fim, conforme pode-se observar na figura 23, essa é a tela de histórico onde estão contidos todos os FMEAS já cadastrados e para editar ou visualizar qualquer um deles e só clicar no botão azul onde está escrito visualizar que as informações serão exibidas no formulário de edição.

4.3 RESULTADOS ESPERADOS

Conforme apresentado neste projeto, com a implantação das ações apresentadas espera-se os seguintes objetivos: simplificar a montagem do FMEA, para funcionar em um sistema, capaz de ter o devido entendimento, acesso e navegação, assim sanando a dificuldade mostrada pela empresa e reduzindo o tempo no preenchimento das planilhas durante as reuniões que são realizas essa atividade, fazendo com que este tempo seja otimizado para outras demandas dentro da companhia.

Com isso pode-se dizer que o projeto alcançou as expectativas e as necessidades, sendo assim, apresentando bons resultados, por ser funcional, com as melhorias e customizações, podendo vir a ser implantado dentro da companhia, viabilizando assim o projeto em seu estágio inicial, logo sendo alcançado ótimos resultados com as melhorias futuras.

4.3.1 Requisitos Funcionais

[RF01] – O sistema somente poderá ser acessado por Engenheiro responsável se estiverem cadastrados pelo usuário.

[RF02] – O usuário deverá cadastrar o FMEA, dividido em 3 partes, capa principal, capa secundaria e FMEA.

[RF03] – O usuário poderá realizar a consultar dos FMEAS já cadastrados e lista todos eles.

[RF04] – O usuário poderá atualizar o FMEA e adicionar varais alterações.

[RF05] – O usuário deverá informar quem foi o último a editar o FMEA.

[RF06] – O sistema deverá apresentar formulários para o preenchimento do FMEA.

[RF07] – O Sistema deverá seguir os padrões informados e solicitados pela empresa contratante.

4.3.2 Requisitos Não-Funcionais

[RNF01] – Todas as informações do FMEA estão em Banco de Dados próprio, portanto, apenas ele poderá verificar suas informações e qualquer alteração de dados deverá ser feita pelo Administrador conforme solicitação do Engenheiro.

[RNF02] – Sistema ficará disponível para consulta 24 horas.

[RNF03] – O Sistema deverá ser acessível a cada setor da empresa.

[RNF04] – O sistema deve possuir bom desempenho na sua execução.

[RNF05] – O sistema deve ser fácil de aprender e fácil de utilizar.

[RNF06] – O sistema deve ter fácil manutenibilidade de reparos e possíveis evoluções.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo teve como objetivo apresentar uma proposta para a empresa sistematizar o FMEA com as bases de dados dos processos produtivos para a tomada de decisão assertiva, buscando assim ações que possam ser corretivas para o mesmo, sendo que o objetivo geral foi alcançado, pois por meio dos objetivos específicos, foram identificas as principais causas do problema; foram buscadas alternativas de solução para as causas priorizadas e foi elaborado um plano de ação para as quatro causas priorizadas.

Para que tornasse possível toda a coleta das informações e análise dos dados referente a empresa, foi feito a utilização de pesquisa de campo, pesquisa bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa de internet, artigo científico, entrevista informal e observação não participativa, *brainstorming*, *benchmarking*, diagrama da árvore, matriz GUT e 5W2H, o qual foram métodos, técnicas e ferramentas fundamentais para a realização e entendimento deste trabalho.

Durante o desenvolvimento do trabalho foram identificadas doze causas, divididas em primárias e secundárias, visto que quatro das causas primárias são as priorizadas, tem-se a falta de definição de um responsável para realizar o preenchimento; demora no preenchimento da planilha; não é registrado as informações do colaborador que acessou; falta de treinamento para o preenchimento da planilha.

Portanto, se a empresa aceitar as sugestões propostas e colocá-las em prática, o custo total será de aproximadamente R$25.000,00 valor para implantação do sistema completo e incluindo 4 horas do expediente de trabalho, que pode ser aplicado em uma reunião, para o devido treinamento sobre o uso do sistema FMEA *WEB*. Visto que as 20 horas indicada no quadro 2, realizada pelos autores do presente estudo, é para acrescentar dentro do sistema desenvolvido um local de registro de dados, considerando que a proposta pode tornar a empresa mais ágil e prática com a inserção das informações necessárias, fazendo com que seus colaboradores que tenham acesso ao novo sistema desenvolvido, deva ter o conhecimento

necessário na alimentação das informações dentro dele, fazendo com que a empresa entenda a facilidade para preencher o mesmo com a devida automatização.

Então para as devidas soluções do trabalho, foi juntado os padrões da empresa em um sistema bem eficiente de fácil compreensão, porém nas fases de testes, durante a sua elaboração, teve-se que ir em busca da teoria nas aulas, onde se aprende sobre o FMEA e a Programação de Sistema, nas disciplinas de Engenharia de Qualidade e Programação de Aplicativos móveis e distribuição, logo se fez necessário o entendimento da alternativa de solução sobre o que a empresa propôs para que fosse desenvolvido.

O Presente trabalho auxiliou a entender como funciona a construção de um FMEA dentro de uma empresa, visto que essa ferramenta é importante para melhorar os processos ou produtos, seja com base de falhas pré-existentes ou para evitar a ocorrência de falhas potenciais, com isso é importante salientar que a equipe acadêmica teve algumas dificuldades no desenvolvimento do mesmo, sendo a construção do sistema, pois não se tem o devido conhecimento do assunto, para as informações de programação, como as linguagens de programação, visto para construir um sistema bem elaborado, com todo o material necessário, abas, etc, se necessita de pelo menos um ano e com o tempo estipulado, foi apresentado apenas um protótipo para a empresa. Para entregar o sistema solicitado, teve de se ter o devido conhecimento na elaboração do banco de dados e a tela de apresentação do FMEA, para a melhor visualização e preenchimento.

6 PRÓXIMO DESAFIO

O sistema desenvolvido até o momento atende apenas as necessidades mais básicas propostas, sendo assim abre espaço para muitas melhorias como, e sugere-se para trabalhos futuros, realizar a integração da tabela de riscos como uma regra de negócio dentro do sistema, tendo em vista que com essa melhoria o sistema seria capaz de calcular os riscos e atribuir uma nota coerente com os mesmos, pois até o momento esse processo necessita do apoio de uma tabela secundária, que possui as numerações e os riscos a qual o operador vai executar.

Para a realização de uma outra melhoria que poderia ser realizada no futuro, para o sistema em si pensado e elaborado para a empresa, é o desenvolvimento de níveis de acesso, para cada usuário, tornando assim um sistema mais modular e com mais controle da gestão.

4. REFERÊNCIAS

ALENCAR, João Rui.B.; SOUZA, Maurício B. d. Jr.; ROLIM, Pedro J. Neto; LOPES, Carlos E. **Uso de controle estátístico de processo (CEP) para validação de processo de glibenclamida comprimidos**, 2004. Disponível

em: https://www.researchgate.net/profile/Mauricio-De-Souza-Jr/publication/337671054_Uso_de_controle_estatistico_de_processo_CEP_para_validacao_de_processo_de_glibenclamida_comprimidos/links/5de47feca6fdcc2837fd17a0/Uso-de-controle-estatistico-de-processo-CEP-para-validacao-de-processo-de-glibenclamida-comprimidos.pdf. Acesso em 03/04/2022.

ALVES, Bruno Nóbrega de Paiva. **A utilização da ferramenta 5w2h:** uma proposta de melhoria no setor produtivo de uma empresa industrial de artefatos em acrílico, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/bitstream/123456789/38026/2/UtilizacaoFerramentaProposta_Alves_2021.pdf> acesso em: 03/04/2022.

AMADEU, C.V. **Banco de Dados.** 1ª ed. São Paulo: Pearson, 2015.

ANDRADE, M. R. S. **Uma metodologia de análise dos aspectos e impactos ambientais através da utilização do FMEA.** XX Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. São Paulo – SP, 2000.

ANTUNES, Junico. **Sistemas de produção**: Conceitos e práticas para o projeto e gestão da produção enxuta. Porto Alegre: Editora Bookman, 2008.

BASTOS, A. **FMEA como ferramenta de prevenção da qualidade em produtos e processos**: uma avaliação da aplicação em um processo produtivo de usinagem de engrenagem. XXVI Encontro Nacional de Engenharia de Produção – ENEGEP. Fortaleza, 2006.

Brasil. Tribunal de Contas da União. Técnica de Análise de Problemas para Auditorias / Tribunal de Contas da União. - Brasília: TCU, Segecex, Secretaria de Métodos Aplicados e Suporte à Auditoria (Seaud), 2013.

BOOCH, G., RUMBAUGH J., JACOBSON, I. **UML Guia do Usuário**. Rio de Janeiro: Elsevier Editora Ltda, 2012.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **Gestão da qualidade: Conceitos e técnicas**, São Paulo: Editora Atlans S.A, ano 2012.

CÉSAR, F. I. C. **Ferramentas Gerenciais de Qualidade**. São Paulo: Biblioteca24horas, 2013.

CHANG, K. H. **Evaluate the orderings of risk for failure problems using a more general RPN methodology.** Microelectronics Reliability, 2009.

CITISYSTEMS. Aumente a sua competitividade, 2022. Disponível em: <www.citisystems.com.br> Acesso em 20/04/2022.

CLARKE, C. **Automotive production systems and standardisation:** from Ford to the case of Mercedes-Benz. Springer Science & Business Media (1ª.Ed.). German: Physica-Verlag Heidelberg, 2005.

CENDON, B. V. **A internet**. Brasil: Chapter, 2000.

COSTA, Elisângela Rocha d. **Banco de dados relacionais**, 2011. Disponível em: http://www.fatecsp.br/dti/tcc/tcc0025.pdf. Acesso em: 11 mar. 2022.

DEMING, W. Edwards. **Qualidade:** a revolução da administração. Rio de Janeiro: Marques Saraiva, 1990.

ELMASRI R., SHAMKANT B. N. **Sistemas de banco de dados**. São Paulo, Pearson Addison Wesley, 2005.

FALBO, R. D. A.; TRAVASSOS, G. H. *A integração de conhecimento em um ambiente de desenvolvimento de software*. *In*: **II Congreso Argentino de Ciencias de la Computación**. 1996.

FARIA, Dario. **Vw- a primeira kombi (brasil)**, 2010. Disponível em: <https://fuscaclassic.blogspot.com/search?q=primeira+kombi> Acesso em 17/04/2022.

FAYAD, M., SCMIDT, D., JOHNSON, R. **Building Applications Frameworks**. John Willey, 1999.

FERNANDES, Ana Paula Marques; COSTA, Carlos Everaldo da Silva, SOUZA, Emanuelle de Sales Oliveira; BARBOSA, Milka Alves Correia. **O uso de controle estatístico de processo na gestão de qualidade. Estudo de caso: Grupo Coringa -AL**, 2011. Disponível em: http://www.ingepro.com.br/Publ_2011/Jun/447%20pg%2046-54.pdf. Acesso em 03/04/2022.

FERREIRA, H.; NAVES, T. F. **Reuso de software:** Suas vantagens, técnicas e práticas. IX. Enacomp, v. 4, 2011.

FERREIRA, Luciene B.; TORRECILHA, Nara; MACHADO, Samara H. S. A **TÉCNICA DE OBSERVAÇÃO EM ESTUDOS DE ADMINISTRAÇÃO**, 2012. Disponível em: http://www.anpad.org.br/admin/pdf/2012_EPQ482.pdf. Acesso em: 31/03/2022.

FLATSCHART, F. **HTML 5-Embarque Imediato**. Brasport, 2011.

FIATS, M. I. **Diretrizes para o estabelecimento de melhoria de processo adequada a empresas de pequeno porte**. Dissertação de Mestrado, Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação, São Carlos, São Paulo, Brasil, 2000.

FLANAGAN, D. **JavaScript:** The definitive guide. United States of America, O'REILLY, 2011.

GALVANI, L. R. **Análise comparativa da aplicação do programa Seis Sigma em processos de manufatura e serviços**. Production, 2013.

Guedes, G. T. A. UML 2 uma abordagem prática. 3ª ed. São Paulo: Novatec, 2018.

GARCIA, Claudio. **Controle de processos industriais estratégias convencionais**, 1 ed. São Paulo: Blucher, 2017.

GRUPO VOITTO. **Curso yellow belt em fmea**, 2022.

HELDER, Darlan. **VW Brasília:** história, anos, versões, modelos, motor. Disponível em: <https://www.noticiasautomotivas.com.br/vw-brasilia/>. Acesso 17/04/2022.

HOFFMANN, Vanderlei. **O controle de qualidade na indústria 4.0**, 2019. Disponível em: <http://aprepro.org.br/conbrepro/2019/anais/arquivos/09272019_150949_5d8e5a4505bbc.pdf> acesso em: 03/04/2022.

In: **Sheets, CSS–Cascading Style**. "Introdução à Tecnologia Web." (2010), http://www.elizabete.com.br/site/Outros/Entradas/2011/2/20_Tecnologia_Web_files/18-CSS-Sintaxe.pdf

JOHNSON, R. *Frameworks = (Components + Patterns). In:* **Communications of the ACM**, Vol. 40. No 10, p. 39 – 42. out 1997.

JÚNIOR, Álvaro Francisco de Britto; JÚNIOR, Nazir Feres. **A utilização da técnica da entrevista em trabalhos científicos**. Disponível em: <https://met2entrevista.webnode.pt/_files/200000032-64776656e5/200-752-1-PB.pdf> Acesso em 03/04/2022.

LAUDON K., LAUDON J. **Sistema de Informação Gerenciais**. Rio de Janeiro. 7ª edição, Pearson, 2007.

LIMA, Edson Pinheiro d.; LEZANA, Álvaro Guillermo Rojas. **Desenvolvendo um framework para estudar a ação organizacional**: das competências ao modelo organizacional, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/gp/a/7b3dyswQthxzYFwQxNL86nk/?lang=pt&format=pdf> acesso em: 11/04/2022.

LOBO, R. N. Gestão da qualidade. 2° Ed. São Paulo: Saraiva, 2019.

LOPES, Janice Correia da Costa**. Gestão da qualidade**: decisão ou constrangimento estratégico, 2014. Disponível em https://comum.rcaap.pt/handle/10400.26/13214. Acesso em 18/04/2022.

LOPES, Tayana Ortix. FROTA, Claudio Dantas. **Aplicação dos conceitos do lean manufacturing para melhoria do processo de produção em uma empresa de eletrodomésticos**: um estudo de caso, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_206_226_28060.pdf> acesso em: 24/04/2022

MACHADO, Simone Silva. **Gestão da qualidade**, 2012. Disponível em: http://proedu.rnp.br/bitstream/handle/123456789/386/gestao_da_qualidade.pdf?seq. Acesso em 18/04/2022.

MADEIRA, P. J. ***BENCHMARKING*: A ARTE DE COPIAR**, 1999. Disponível em: https://repositorio.ipcb.pt/bitstream/10400.11/964/1/*Benchmarking*.pdf. Acesso em 31/03/2022.

MAGNO, A. **Mobile First Bootstrap**. Editora Packt Publishing, 2013.

Marconi, Marina de Andrade; Lakatos, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. Ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARIANO, C. L. ***Benchmarking* JavaScript frameworks**. Tese (M.Sc. in Computing - Advanced Software Development). Dublin Institute of Technology. Dublim, Irlanda: 2017.

MELLAL, M. A.; ADJERID, S.; WILLIAMS, E. J. Replacement optimization of industrial components subject to technological obsolescence using artificial intelligence. In: **2017 6th International Conference on Systems and Control (ICSC)**. IEEE, p. 313-316, 2017.

MELO, A. C. V. D.; SILVA, F. S. C. D. **Princípios de linguagem da programação**. Editora Blucher Ltda, 2003.

Mendes, M. F. R. **O impacto dos sistemas QAS nas PME portuguesas**, 2007. Disponível em: <http://hdl.handle.net/1822/7967> acesso em: 20/05/2022.

MILANI, A. **MySQL:** Guia do programador. São Paulo, Novatec Editora Ltda, 2006.

MOKI. **5W2H: o que é, como fazer e por que usar!,** 2022. Disponível em: < https://site.moki.com.br/5w2h/>. acesso em: 17/04/2022

MONTGOMERY, D. C. **Introdução ao controle estatístico da qualidade.** 7. ed. Rio de Janeiro: Ltc, 2016.

NÓBREGA, Maria de Magdala; NETO, David Lopes; SANTOS, Sérgio Ribeiro. **Uso da técnica de *brainstorming* para tomada de decisões na equipe de enfermagem de saúde pública**, 1997. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/reben/a/Cj9yHFqYQBCKvsk7DVz5pFJ/?format=pdf&lang=pt> acesso em: 03/04/2022.

OHNO, T. O sistema Toyota de produção – Além da produção em larga escala. Porto Alegre: Bookman, 1997.

OLIVEIRA, A. L.; TSAN HU, O. R. **Gerenciamento do ciclo da qualidade**. Rio de Janeiro: Alta books, 2018.

PALÁCIO, A. E. S. **Sistema de gestão, certificações e auditorias**. São Paulo: SENAC, 2018.

PALADINI, Edson Pacheco. Gestão Estratégica da Qualidade. São Paulo: Atlas, 2009.

PEDROSO, R. P. **Apostila de HTML**, 2007. Disponível em: <http://www.telecom.uff.br/pet/petws/downloads/apostilas/HTML.pdf>. Acesso em: 11/04/2022.

PENDER, T. **UML a Bíblia**. Rio de Janeiro - Rio de Janeiro: Campus Books, 2004.

PALADY, P. **FMEA:** Análise dos Modos de Falha e Efeitos: prevendo e prevenindo problemas antes que ocorram. 3. ed. 2004.

PIANA, Maria Cristina. **A pesquisa de campo**, 2009. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/vwc8g/pdf/piana-9788579830389-06.pdf> acesso em: 03/04/2022.

PRESCOTT, P. **Programando em JavaScript**. Babelcube Inc, 2016.

Priority Partners. Disponível em: <https://p1p.com.br/matriz-gut-qualidade/>. Acesso em: 10/06/2022.

POWELL, T. A. **HTML & CSS:** The Complete Reference, Fifth Edition. New York, The McGraw-Hill Companies, 2010.

REMOALDO, P. **O guia prático do Dreamweaver CS3 com PHP, JavaScript e Ajax.** Lisboa, Centro Atlantico, PT, 2008.

RIANI, Aline Mattos. Estudo de caso: o lean manufacturing aplicado na becton dickinson, 2006. Disponível em: https://www.ufjf.br/ep/files/2014/07/2006_3_Aline.pdf. Acesso em: 23/05/2022.

ROSARIO, Keivison Pinto d.; DANTAS, Larissa Moraes; OEIRAS, Erielem do Nascimento. **Aplicação do controle estatístico de processo no monitoramento do peso médio de polpas de frutas:** um estudo realizado em uma empresa de médio porte, 2015. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_207_228_27712.pdf> acesso 03/04/2022.

ROTANEWS176; IG CARROS**. Fatos e Curiosidades que você não sabia sobre o VW GOL, que chega aos 40 anos**. Disponível em: https://rotanews176.com.br/fatos-e-curiosidades-que-voce-nao-sabia-sobre-o-vw-gol-que-chega-aos-40-anos/. Acesso em 17/04/2022.

ROZANTE, T. A. A. **Implantação do reuso de componentes no processo de desenvolvimento de software**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2003.

SANTOS, Virgilio F. M. O que é FMEA?: análise de modos de falha e efeitos, 2022. Disponível em: https://downloads.fm2s.com.br/e-book-fmea?_gl=1*xlnlsn*_ga*NjA3NTQ2NTI0LjE2NTM5NTE5MDM.*_ga_1NHSS190XR*MTY1Mzk1MTg4OS4xLjAuMTY1Mzk1MTg4OS4w. Acesso em: 29/05/2022.

SEBESTA, R. W. **Conceitos de linguagens de programação**. 11° ed. São Paulo: Bookman, 2018.

SELEME, R.; STADLER, H. **Controle da qualidade as ferramentas essenciais.** Curitiba: IBPEX, 2008.

SEVERINO, A. J. **Metodologia do trabalho científico**. 23. Ed. São Paulo: Cortez, 2007.

Silva, M. Â. G. **Desenvolvimento e implementação de um sistema de gestão da qualidade,** 2009. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10773/1715> acesso em: 20/05/2022.

SILVEIRA, M. F.; BARBOSA, J. L. V.; FARIAS, K.; RIGO, S. **SafeTrail: um modelo para controle de acesso baseado em perfis, contextos e trilhas**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, 2016.

SLACK, N.; CHAMBERS, S.; JOHNSTON, R.; BETTS, A. **Gerenciamento de operações e de processos**. 2. Ed. São Paulo: Bookman, 2013.

SOMMERVILLE, I. **Engineering software products**. Pearson, 2020.

TAVARES, Frederico. **MYSQL**, 2015. Disponível em: <https://repositorio.ipv.pt/handle/10400.19/2748> acesso em: 11/04/2022.

TOSCANO, Diogo. **Vw t-cross 2022: preço, consumo, versões, itens, fotos e vídeos,** 2022. Disponível em: https://carros2022.com.br/vw-t-cross-2022/. Acesso em 18/04/2022.

TOZZI, A. R. **Desenvolvimento de um programa de verificação de um processo de lançamento de cabos com o auxílio da FMEA.** Escola de Engenharia, Porto Alegre, 2004.

ZAKAS, N. ***Professional JavaScript for Web Developers***. 3° edição, jan. 2012.