



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “Ministro Ralph Biasi”
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial**

Giovana Silva Mendes

**RELATÓRIO TÉCNICO DE PROJETO DE MELHORIA NA
EMPRESA GTMAX 3D**

Americana, SP

2022



**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE AMERICANA “Ministro Ralph Biasi”
Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial**

Giovana Silva Mendes

**RELATÓRIO TÉCNICO DE PROJETO DE MELHORIA NA
EMPRESA GTMAX 3D**

Trabalho de Conclusão de Curso desenvolvido em cumprimento à exigência curricular Curso Superior de Tecnologia em Gestão Empresarial FATEC / Americana-SP, sob a orientação do Prof. Me. Adalberto Zorzo.
Área de concentração: Gestão da Qualidade

Americana, S. P.

2022

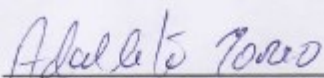
GIOVANA SILVA MENDES

**RELATÓRIO TÉCNICO DE PROJETO DE MELHORIA NA EMPRESA
GTMax 3D**

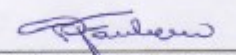
Trabalho de graduação apresentado como exigência parcial para obtenção do título de Tecnólogo em Gestão Empresarial pelo CEETEPS/Faculdade de Tecnologia – FATEC/ Americana.
Área de concentração: Gestão da Qualidade

Americana, 3 de dezembro de 2022


Banca Examinadora:



Adalberto Zorzo (Presidente)
Mestre
Fatec Americana



Reydner Furtado Garbero
Doutor
Fatec Americana



Luiz Carlos Caetano
Especialista
Fatec Americana

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, George e Márcia pelo amor e carinho que sempre me dedicaram.

Amo muito vocês.

AGRADECIMENTOS

Agradeço sobretudo a Deus pela vida que Ele me concedeu, por ter permitido que eu tivesse saúde e muita determinação para não desanimar durante toda a realização deste trabalho.

Aos meus pais, familiares e amigos por todo carinho e apoio que sempre me dedicaram e pelo incentivo aos meus estudos e formação acadêmica.

Ao meu orientador Prof. Me. Adalberto Zorzo pelos ensinamentos, pela dedicação e empenho, na orientação deste trabalho.

Aos professores e membros do corpo técnico administrativo da Faculdade de Tecnologia de Americana “Ministro Ralph Biasi” pelos ensinamentos, ao professor Edison Monteiro, João Francisco Favoreto e José Willian pela generosidade, conselhos, apoio e ensinamentos. Pela convivência e pelos bons momentos vividos durante minha graduação.

Agradeço aos componentes da Banca pela disponibilidade e gentileza, da participação, avaliando e pontuando este estudo.

Expresso meus sinceros agradecimentos à GTMax Impressoras 3D pelo oferecimento de estágio que proporcionou minha aprendizagem, aprimoramento profissional e acadêmico e pela permissão para elaboração do presente trabalho.

EPÍGRAFE



“Uma impressora 3D é uma pessoa e não uma coisa. É a combinação da pessoa e do hardware que produz belos modelos 3D. A jornada para se tornar um especialista no assunto pode ser difícil, mas é igualmente gratificante”.

Josh Ajima

Imagem: GTMax 3D

RESUMO

A ilustre manufatura aditiva (MA) continua em amplo crescimento no mercado mundial, considerada uma inovação presente na indústria 4.0, nos traz um processo de fabricação completamente diferenciado por ter a possibilidade de produzir componentes mecânicos ou até mesmo, criação de modelos de vários tamanhos e formas apenas com a técnica de sobreposição de camadas desenvolvidas em processo rápido e prático. Portanto a tecnologia utilizada chamada Fabricação por Filamento Fundido (FFF) faz com que o filamento inserido amoleça por um bico extrusor abaixo do ponto de fusão e o material seja depositado em uma mesa para que assim, camada por camada ganhe forma tridimensionalmente em uma impressora 3D. A partir disto, o objetivo geral deste estudo é melhorar a identificação de causa raiz de problemas que ocorrem nas máquinas destinadas a fabricação de peças para produção de impressoras 3D por meio do diagrama de Ishikawa, com plano de ação conforme o método PDCA mediante a resolução de cada problema e aplicação do *Dashboard* no sistema *Power Bi* para o acompanhamento das manutenções e desenvolvimento da máquina escolhida como objeto de estudo. Dessa maneira, o 5s auxilia na parte da organização e limpeza do setor completo.

Palavras-chave: Impressão 3D; Diagrama de Ishikawa; Plano de Ação; Organização;

ABSTRACT

The illustrious additive manufacturing (AM) continues to grow widely in the world market, considered an innovation present in industry 4.0, brings us a manufacturing process completely differentiated by having the possibility of producing mechanical components or even, creation of models of various sizes and shapes only with the technique of overlapping layers developed in a quick and practical process. Therefore, the technology used, called Cast Filament Manufacturing (FFF), causes the inserted filament to be softened by an extruder nozzle below the melting point and the material to be deposited on a table so that, layer by layer, it can take shape three-dimensionally in a 3D printer. From this, the general objective of this study is to improve the identification of the root cause of problems that occur in machines intended for the manufacture of parts for 3D printer production by means of the Ishikawa diagram, with an action plan according to the PDCA method by solving each problem and applying the Dashboard in the Power Bi system to monitor the maintenance and development of the machine chosen as the object of study. In this way, the 5s helps in the organization and cleanliness of the entire sector.

Keywords: 3D Printing; Ishikawa Diagram; Action Plan; Organization;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Logotipo GTMax 3D	21
Figura 2 - Organograma da Empresa	22
Figura 3 - Funcionamento da Impressora 3D	29
Figura 4 - Ciclo PDCA.....	34
Figura 5 - 5S	36
Figura 6 – Impressora 3D A3V2	43
Figura 7 – Diagrama de Ishikawa	52

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Funcionamento da Impressora 3D	32
Gráfico 2 – Fluxograma de Processo do Setor de Fabricação de Peças para Produção	40
Gráfico 3 – Diagrama de Ishikawa – Impressoras Internas GTMax3D	44
Gráfico 4 – Dashboard do Desenvolvimento da Impressora Core 2	46
Gráfico 5 – Dashboard das Manutenções nas Impressoras do Departamento de Fabricação de Peças para Produção	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – 5S Setor de Fabricação de Peças para Produção	48
Tabela 2 – Manutenção da Impressoras	53
Tabela 3 – Desenvolvimento da máquina “Core 2”	58

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABS: Acrilonitrila butadieno estireno.

CAD: Desenho assistido por computador (do inglês, *Computer-aided design*).

CARTÃO SD: Cartão de memória *flash*, um dispositivo de armazenamento de dados com memória *flash*.

DASHBOARD: Painel de controle, nele é possível realizar toda a gestão de dados de um projeto.

FDM: Fusão e Deposição de Material.

FFF: Fabricação por filamento fundido.

GCODE: É a linguagem de programação padrão para a maioria das impressoras 3D. Para produzir peças impressas, esse formato de arquivo comanda os movimentos da máquina.

HOTEND: O *hotend* é o conjunto que compreende os componentes que ficam expostos à temperatura mais elevada no extrusor, ou seja, o dissipador de calor, o bloco aquecedor e o bico de impressão.

MA: Manufatura Aditiva.

NASA: *National Aeronautics and Space Administration* (Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço).

PDCA: Planejar (*plan*), fazer (*do*), checar (*check*) e agir (*act*).

POWER BI: Uma coleção de serviços de *software*, aplicativos e conectores que trabalham juntos para transformar suas fontes de dados não relacionadas em informações coerentes, visualmente envolventes e interativas.

STL: *STereoLithography* (Palavra em inglês para o termo esteriolitografia). Um formato de arquivo usado para impressão 3D e desenho assistido por computador (CAD).

TRITAN: Um material à base de copoliéster, sendo o material mais moderno para a fabricação de recipientes resistentes e transparentes.

TUBO PTFE: O Tubo Flexível de PTFE (politetrafluoretileno) é um tipo de tubo que pode ser usado para conduzir praticamente qualquer produto químico.

3D: Formato tridimensional.

Manutenção Preditiva: Antecipa e encontra a raiz de problemas em máquinas e equipamentos.

Exemplo: Inspeção visual, análise de vibração, ultrassom, entre outras técnicas de análise não destrutivas

Manutenção Preventiva: Técnica de agir de forma antecipada para prevenir falhas e panes nos equipamentos.

Exemplo: Lubrificar máquina periodicamente.

Manutenção Detectiva: É a detecção de falhas em máquinas e equipamentos. Isso faz com que a vida útil aumente, assim como seja mantida a sua produtividade e eficiência.

Exemplo: Realizar inspeção rotineira em máquinas e realizar testes para detectar falhas.

Manutenção Corretiva: Correção de problemas que podem prejudicar o desempenho das máquinas.

Exemplo: Reparo após quebra de maquinário.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
1.1 Problema e delimitação da área pesquisada.....	16
1.2 Objetivos	17
1.2 Justificativa	18
1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO	20
1.2.1 Constituição Jurídica	22
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	22
2.1 Metodologia.....	25
2.2 Gestão de Qualidade	25
2.3 Manutenção	26
2.4 Impressora 3D.....	27
2.5 Diagrama de Ishikawa.....	29
2.6 Ciclo PDCA	32
2.7 5s	34
2.8 Dashboard.....	37
3. PROPOSTA DE SOLUÇÃO ou MELHORIA	37
3.1 Área ou Setor do Problema Observado	38
3.2 Situação atual	40
3.3 Encontrando e Solucionando o Problema	41
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
REFERÊNCIAS	49
APÊNDICE A – Diagrama Causa e Efeito.....	51
APÊNDICE B – Manutenção das Impressoras	52
APÊNDICE C – Desenvolvimento da Impressora “Core 2”	57
ANEXO A – Autorização da Organização	60

1 INTRODUÇÃO

Esse trabalho é fruto de estudos realizados junto ao Projeto Trabalho de Graduação, Tecnologia em Gestão Empresarial na linha de pesquisa de Propriedade Intelectual, da Fatec de Americana-SP.

Por ter sido abordado sob o enfoque de uma Graduação, a interdisciplinaridade estará presente ao longo do trabalho, especialmente porque nele se pretende estabelecer um diálogo entre a tecnologia da Impressão 3D, e a importância da Gestão de Qualidade presente nos cuidados da máquina, visando as ferramentas precisas para a aplicabilidade no setor presente da empresa onde impressoras 3D se encontram.

Contudo, o estudo possui um viés para além do aspecto puramente técnico, seja em relação à tecnologia da Impressão 3D, ou seja, em relação às ferramentas de qualidade aqui mencionados, pois, trata-se de um tema novo no âmbito acadêmico nacional, especialmente em se tratando de sua relação com o mercado, não podendo assim ser abordado apenas por um olhar científico puro. Por isso, faz-se necessário agregar os conhecimentos de diversos campos do saber, como a Gestão de Qualidade, manutenção de impressoras 3D e a inovação para que assim, possa ser compreendido.

Com a revolução ocasionada pela alta tecnologia, temos a Indústria 4.0 ou podendo ser chamada também de Quarta Revolução Industrial, a organização com otimização na produtividade o impacto ocasionado por ela nos leva a uma grande possibilidade de apresentar um novo desenvolvimento de produção de produtos mais conhecida como manufatura aditiva ou prototipagem rápida no qual possibilita fabricação de peças em impressoras 3D.

A indústria 4.0 proporciona novas estratégias e modelos de negócio, permitindo a melhora na produtividade, flexibilidade, qualidade e até mesmo, gerenciamento pois é constituída pela integração de tecnologia de informação e comunicação (SACOMANO *et al.*, 2018).

Impressão 3D é um ideal da indústria 4.0, uma ferramenta de prototipagem rápida, no processo de fabricação ela viabiliza itens que são projetados em software de modelagem 3D para análise de sua funcionalidade e, estudos diversos, com a

possibilidade de fabricar itens exclusivos que de outra forma, não seriam encontrados (RAZGRIZ, 2021).

Portanto esses objetos que são materializados, têm seu desenvolvimento e projeto por meio de software de computador de sistema *CAD (Computer Aided Design)*. Os mais populares são: *CURA 3D Ultimaker, Solidworks e Simplify3D*, pois neles as peças serão representadas numa superfície sólida em 3D visto que o formato do arquivo confeccionado será fatiado no modelo padrão específico (*STL-STereoLithography*) e assim, por intermédio das informações com os parâmetros como a espessura das camadas, traçará cada uma delas.

Com esse avanço tecnológico inovador, a manufatura aditiva consideravelmente promove resultados de melhorias de produto, com inúmeros benefícios, pois fabrica componentes com alto grau de complexidade com possibilidade de customização de produtos e com ampla capacidade de materiais para produção de peças como: borracha, titânio e até mesmo, plástico (AIRES *et al.*, 2019).

Manutenção é o conjunto de ações a serem feitas em um determinado bem patrimonial com o fim de manter ou restabelecer as funções pelo qual se espera dele, de forma a assegurar a regularidade da produção a sua qualidade e a segurança com o mínimo de custos totais (DOS REIS, 2017, p. 12).

O presente trabalho retrata o primeiro setor operacional no qual fabrica peças para a confecção de novas máquinas na iminência de vendas e estoques, apresentando o processo de identificação de problema, manutenção e controle de máquinas fabricantes de peças com o propósito de auxiliar a empresa na Gestão de Qualidade de peças com o intuito de destacar as causas e efeitos aplicando a ferramenta de qualidade chamada: Diagrama Causa e Efeito no setor para obter melhoria contínua.

A manufatura de peças impressas para produção é realizada de forma constante. Cada máquina presente no setor trabalha de maneira frequente a fim de conter estoque para cada seção presente na empresa.

O principal objetivo do departamento de fabricação de peças para produção é conter todos os tipos de peças precisos para confecção das máquinas cotidianamente e, assim, não se pode faltar estoque para que não afete as metas diárias de produção.

A definição do tema deste relatório, como também os dados levantados para a sua elaboração, procede da vivência da autora na empresa, da qual faz parte como líder do departamento de fabricação de peças para produção, onde realiza o

planejamento, manuseio e manutenção de máquinas individualmente para fabricar peças. A motivação para o desenvolvimento deste relatório é devido a identificação de um processo na organização no qual sugere as seguintes ações de melhorias, além do interesse da autora no contínuo progresso empresa na qual é colaboradora.

A GTMax3D, uma empresa que realiza inovações em impressoras 3D, fornecedora de toda a linha de produtos para o mercado 3D no Brasil, conforme a gestão de qualidade é indispensável a identificação das causas nas quais afetam a fabricação de peças impressas para produção de máquinas e estudando em como garantir um excelente desempenho nessa função envolvendo também as manutenções a serem realizadas para melhorias faz-se de grande importância em razão da qualidade do produto final.

1.1 Problema e delimitação da área pesquisada

Perante o exposto, identifica-se que as peças nas quais são fabricadas por meio de manufatura aditiva estão defeituosas afetando a qualidade mediante ao fato das máquinas internas conforme o uso constante e desgaste diário perfazem desperdício de matéria prima, dado que após a impressão das peças para produção, apontam problemas de modo que não permite o uso delas para a montagem de novas máquinas e assim conseqüentemente tendo o descarte das mesmas e parada de máquinas para realizar manutenções corretivas.

Qualidade é a redução de defeitos, envolve a melhoria dos processos e controle dos produtos/serviços relacionando muito as características de ambos usados em diversas áreas, até mesmo, na qualidade de software, essas ações são relacionadas aos objetivos da empresa (VON GILSA, 2012).

Por conseguinte, propõe-se a aplicação da ferramenta de qualidade chamada Diagrama de Ishikawa para identificar o real impasse e assim, promover manutenções nas máquinas em que elimine a causa raiz do problema, deste modo também, pode-se realizar uma checagem em ambas periodicamente resultando em um setor de qualidade constante.

Portanto, ao aplicar a determinada ferramenta, terá de grande resultado qualidade e controle tanto na fabricação de novas peças quanto na manutenção das

máquinas internas principalmente no desenvolvimento do plano de ação com o método PDCA.

Outra parte do problema identificado é que é necessário a melhoria na organização e limpeza do setor, para ter a facilidade de encontrar as peças essenciais para cada departamento da produção como também a utilização de um programa contendo as informações de manutenção diária do setor.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho é apresentar e analisar se a proposta de melhoria onde a aplicação do diagrama de Ishikawa, Método PDCA, *Dashboard no Power BI* e a ferramenta do 5s realizados no setor de fabricação de peças em impressoras 3D são qualificados para a diminuição de paradas de máquinas na realização de processos de manutenção e, por conseguinte melhorar a qualidade das peças impressas por elas diminuindo o descarte em uma empresa do segmento metalúrgico localizada no Distrito Industrial na cidade de Americana – São Paulo.

1.2.2 Objetivos Específicos

- ✓ Realizar uma coleta de dados referente ao estado no qual a impressora escolhida se encontra para análise e como estão a qualidade das peças impressas por ela, fazer inspeção delas, montar diagrama de Ishikawa identificando a causa raiz do problema e com o plano de ação efetuar a manutenção na máquina buscando eliminar a causa raiz do problema para que não tenha necessidade de pará-la diariamente afetando a produção.
- ✓ Observar e analisar o comportamento da máquina relacionado à manutenção realizada examinando o resultado das peças impressas por ela.
- ✓ Aplicar o 5S para organização do setor, acompanhar a manutenção e analisar com *Dasboard no Power BI*.

1.2 Justificativa

O presente trabalho justifica-se, conforme os interesses da autora e da empresa apresentada. Para a empresa, conforme o estudo considera-se a possibilidade de ter um de seus processos cada vez mais aprimorados, no qual a auxilia em relação a sua constante busca por maior eficiência e eficácia no desenvolvimento das tarefas. Para a autora, este trabalho é importante para poder expor os devidos conhecimentos de maneira simples e rápida, além de poder colocar em prática o aprendizado na empresa da qual faz parte com o foco em obter crescimento dentro da organização.

Dessa maneira, com a aplicação dos do diagrama Ishikawa, o plano de ação PDCA, o *Dashboard* no *Power BI* e a ferramenta do 5s no setor de fabricação de peças para produção, tem como objetivo obter resultados relacionados a sistemática presente nos processos de manutenção de máquinas para fabricação de peças eliminando defeitos resultando na melhoria da qualidade e aparência de peças levando a facilidade na hora da limpeza de cada uma delas realizadas em outros setores e obtendo organização e limpeza completa no departamento.

A manutenção preditiva é a técnica de analisar sintomas dos equipamentos, através de medições próprias de determinadas variáveis para estabelecer critérios de intervenções preventivas ou corretivas programadas (DOS REIS, 2017, p. 16).

A manutenção detectiva, é atuação efetuada em sistema de proteção ou comando, buscando detectar falhas ocultas ou não perceptíveis ao pessoal de operação e manutenção. Com ela faz-se testes para detecção de falhas por meio da inspeção (DOS REIS, 2017, p. 18).

Por intermédio da manutenção os equipamentos são conservados e as máquinas permanecem em condições satisfatórias permitindo desenvolvimento de relatórios de desempenho para melhorar o processo gerando ganho de tempo nas execuções feitas em reparos levando um melhor funcionamento estabelecendo a possibilidade de planejamento da execução, monitoramento e controle dos recursos de manutenção, reduzindo falhas de emergência e paradas críticas.

Deste modo, é de suma importância evidenciar gerenciamento de manutenção no setor para manter o controle da mesma no qual apresentará a melhor qualidade de seus produtos reduzindo descarte de peças.

1.4. Metodologia

A metodologia a ser utilizada para a identificação da causa raiz do problema será o Diagrama de Ishikawa. Para Vieira Filho (2010) o diagrama espinha de peixe é utilizado para apresentar as causas (fatores do processo) e efeito (resultados que possam ter sido afetados quando ocorre um problema), atuando também na identificação da causa fundamental do problema, a causa raiz podendo determinar a ação que deverá ser adotada para solucioná-lo.

Também é denominado Diagrama de Ishikawa, devido ao seu criador, ou Diagrama Espinha de Peixe, devido à sua forma. Dessa maneira a causa do problema é identificada de maneira clara e objetiva pois assim a empresa terá redução intransigente de interrupções ou até mesmo, paragem na linha de produção ocasionada mediante aos defeitos presentes nas peças ocasionados pelas máquinas internas, portanto o descarte de peças também será reduzido com a qualidade por objetivo principal. Deste modo, no setor de fabricação de peças para produção será desenvolvido por meio desta ferramenta um planejamento mais eficiente e preciso oferecendo maior qualidade nos produtos fabricados.

Logo em seguida, será feito um Plano de Ação com o método PDCA para as devidas manutenções identificadas a serem realizadas, e assim, terá um melhor aproveitamento de tempo na execução de cada tarefa com foco nas prioridades e ajuda nas estratégias promovendo melhorias constantes.

Utilizando a ferramenta chamada 5s será programada para aplicação no setor para devida organização. Para Vieira Filho (2010) O 5s é uma ferramenta criada no Japão nos anos 60 que tinha por objetivo melhorar os ambientes das fábricas que se encontravam desorganizadas e sujas, dessa forma, acabaria com o desperdício diminuindo os números de acidentes e melhorando a produtividade.

Determinada na metodologia também será realizado no sistema chamado *Power BI* um *dashboard* demonstrando o acompanhamento da produção da máquina escolhida e manutenção do setor completo.

Para o acompanhamento do desenvolvimento das máquinas, será estabelecido o sistema de rotas de lubrificação aplicada no 5s, onde serão realizadas atividades para manter as máquinas lubrificadas e em bom funcionamento.

1.2 CARACTERIZAÇÃO DA ORGANIZAÇÃO

A organização em estudo é a empresa GTMax3D, que está há 19 anos no mercado realizando vendas por e-commerce entregando produtos em todo território nacional, considerada a melhor do mercado brasileiro em fabricação de impressoras 3D profissionais e nacionais para uso. Além das impressoras, também produz filamentos em material: ABS, PLA, Tritan, Petg, Fibra de Carbono e tudo para impressão 3D.

Figura 1 - Logotipo GTMax 3D



Fonte: Arquivo da organização (2022).

Fabricar impressoras 3D na organização nasceu a partir de uma necessidade onde precisava-se de um protótipo para uma nova linha de produtos para carros, e um dos sócios decidiu criar uma impressora do zero com muita dedicação a esse projeto, quando obteve o produto final, apresentou aos amigos entrando aos poucos nesse mercado e assim, obteve sucesso.

Seu ramo de atuação é metalúrgico que desenvolve produtos na área eletrônica e mecânica. Atuante no ramo de equipamentos eletrônicos na área Automotiva e de Motocicletas e principalmente na fabricação de Impressoras 3D. A GTMax 3D produz cerca de 8 tipos de modelos de impressoras.

Figura 2 – Organograma da Empresa



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

1.2.1 Constituição Jurídica

A Gtmax3d Equipamentos Eletrônicos e Materiais Plásticos LTDA é uma empresa que atua no ramo metalúrgico na fabricação, manutenção e vendas de impressoras 3D apesar de também trabalhar com a confecção de filamentos 3D proporciona treinamento aos compradores relacionado ao manuseio das máquinas e é a única que oferece suporte técnico vitalício para os clientes. Sua administração é de estrutura familiar e atua no ramo há mais de quatro anos na cidade de Americana.

Mediante a situação atual do país, a pandemia, a empresa passaram a oferecer treinamento online e investir no *marketing* digital, onde através das redes sociais e *YouTube*, atribui com dicas e esclarece dúvidas aos clientes.

Missão: Oferecer toda linha de mercado 3D da melhor qualidade, continuar sendo a maior marca do setor brasileiro proporcionando melhor atendimento visando a satisfação e fidelização dos clientes.

Visão: Permanecer como referência no ramo do mercado 3D brasileiro, com diversidade nos produtos e ser reconhecida pela alta qualidade dos serviços e produtos prestados.

Valores: Valorização dos colaboradores, fornecedores e todos envolvidos no negócio, honestidade, compromisso com os clientes e sustentabilidade.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A Vigente revisão de literatura dissertará sobre os seguintes temas: inovação tecnológica com crescimento no mercado e qualidade. Para desempenhar o projeto, dividiu-se o embasamento teórico em duas partes contingentes que serão abordadas a seguir.

A inovação tecnológica aborda a manufatura aditiva em grande avanço no mercado e por isso é considerada segundo o Relatório Wohlers 2022 da empresa americana de consultoria (Análise. Tendências, previsões de manufatura aditiva e impressão 3D), que a impressão 3D excedeu seu papel predominante como tecnologia de prototipagem e está evoluindo para uma solução viável para peças de uso final e aplicações de produção em larga escala.

Mesmo com a pandemia do COVID-19 teve-se o destaque incomparável da capacidade referente a impressão 3D de se adaptar rapidamente às necessidades de produção e cadeia de suprimentos. Caracterizada como uma solução viável para novos e persistentes desafios, pois peças e produtos podem ser fabricados localmente e sob demanda. Foi demasiadamente usada para combater a escassez e problemas nas cadeias de suprimentos que surgiram durante a pandemia, fabricantes usaram a impressão 3D para produzir rapidamente os equipamentos de proteção individual (EPI) e dispositivos médicos, como protetores faciais e peças de reposição de válvulas de ventilador. Os fabricantes também começaram a imprimir em 3D cotonetes nasais para detectar o COVID-19, o que favoreceu na demonstração dos recursos de produção em massa. Embora o uso não tenha sido frequente, pelo fato dos fornecedores tradicionais de EPI alcançarem a demanda à medida que as cadeias de suprimentos foram parcialmente restabelecidas. Agora no ano de 2022, terceiro ano da pandemia, o uso relacionado ao COVID-19 diminuiu, mas há um reconhecimento da agilidade e do potencial de produção da tecnologia.

É possível perceber o destaque que essa tecnologia inclui na capacidade de inovação e, experimentação de processo e produtos, prestando um grande auxílio para pesquisa e ciência.

A inovação tecnológica precisa ocupar um lugar de destaque nas estratégias de investimentos. Portanto o Brasil não pode ficar de fora da revolução das novas formas de produção, a indústria 4.0 é a chave para o país obter o crescimento da produtividade e crescer. Assim, a indústria brasileira entraria na competitividade, se inserindo nos elos mais importantes das cadeias globais de valor (SACOMANO *et al.*, 2018).

O referencial teórico – no Brasil - de documentos relacionados a Impressão 3D, Propriedade Intelectual e Inovação continua limitado a textos de empresas, poucos livros, blogs de nicho de mercado, reportagem de jornais e revistas de informação sendo que texto com valor científico são poucos. Tentou-se contornar essa limitação com outros materiais tais como artigos, monografias e o livro do autor: Guilherme Razgriz (Professor Especialista em impressão 3D) com o livro O Guia Definitivo sobre Manutenção de Impressora 3D. Também recorreu à doutrina e artigos estrangeiros.

Para o sucesso das organizações, precisa-se de qualidade e organização, pois dessa forma, poupa-se tempo na execução de tarefas e resulta em ótimos produtos para feedback favorável de seus clientes.

A este respeito, é importante destacar a visão de Feiten e Coelho 2018:

Diante da globalização e competitividade acirrada, atualmente a preocupação das empresas é a busca por qualidade, porque para a entrega de bens e serviços que satisfaçam os seus clientes, são necessárias práticas de Gestão de Qualidade (FEITEN; COELHO, 2018).

Ao longo dos anos, há inúmeras definições do conceito de qualidade, de tal modo que cada vez mais está presente no nosso cotidiano, sendo constatado como o desenvolvimento de um produto ou serviço sem falhas.

Conforme Juran um dos grandes nomes na área da Gestão de Qualidade (1988) o objetivo da qualidade ampliou, incluindo atividade de apoio à produção, processos comerciais e necessidades do consumidor interno dependendo exclusivamente da qualidade dos bens e serviços, que constituem uma sociedade industrial, tendo muita importância para a proteção do meio ambiente, segurança e saúde humanas e até mesmo capacidade de defesa tornando a competição no mercado muito intensa.

Para posição estratégica dentro do mercado, atualmente a qualidade envolve o aumento da produtividade, a redução de custos e satisfação dos clientes no qual gera valor ao produto ou serviço como também o cumprimento de prazos estabelecidos ao cliente promovendo claramente a gestão da empresa. Tendo como um diferencial a conter vários fornecedores e prestadores de serviço diferentes na geração do produto.

Portanto, a Gestão de Qualidade possibilita a abrangência de todas as áreas da empresa, melhorando processos, ela é implementada por meio do conhecimento referente a situação em que a empresa se enquadra, como é visão da empresa referente a qualidade e partir disso, quem é encarregado de ministrar a Gestão de Qualidade, elabora processos e documentações necessárias.

Segundo Crosby (1988) a gerência é responsável pelo estabelecimento da finalidade de uma operação por meio da determinação dos objetivos e pela adoção das medidas necessárias para realizá-los (CROSBY, 1988, p.38).

Para garantir a eficácia da Gerência de Qualidade, deve-se se implementar de forma objetiva representantes de cada departamento da empresa responsáveis pela ação corretiva e até mesmo, aprovação da qualidade do produto realizando relatórios informando como está a qualidade no setor e dificuldades a serem corrigidas. (CROSBY, 1988).

Portanto a Gestão de Qualidade, nos ajuda a verificar como melhorar os processos da empresa e qualidade dos produtos e serviços oferecidos aos clientes.

A metodologia empregada no presente estudo para a revisão bibliográfica, foi por meio de informações de artigos publicados em revistas e livros referentes ao tema.

A pesquisa bibliográfica deste trabalho foi elaborada de acordo com o esquema de leitura cujos princípios são análise textual, temática, interpretativa, e problematização e síntese pessoal.

2.1 Metodologia

Pelo fato do objetivo de estudo se relacionar intimamente com outras tecnologias, especialmente a internet, iniciou-se a pesquisa por meio de revisão de literatura narrativa no ambiente web e livros.

Sendo assim, pesquisou-se na Web em sites de empresas que sobressaem no mercado 3D, para a compreensão de seus modelos de negócios. Também foram pesquisados no Google Acadêmico a fim de encontrar mais informações sobre Impressoras 3D, Diagrama de Ishikawa, Método PDCA e 5S, tomando-se como data inicial o ano de 2015, e a final 2022. Dessa forma, esta base retornou uma grande quantidade de documentos para colher informações e conteúdo.

Os livros usados são da biblioteca da Fatec de Americana e alguns encontrados no ambiente web.

A pesquisa contou com a utilização do Diagrama de Ishikawa para identificar o problema raiz da máquina e realizar manutenção com o Método PDCA como plano de ação e 5S para organização e limpeza do setor da empresa aplicado.

2.2 Gestão de Qualidade

Qualidade no sentido mais amplo, é qualquer coisa que pode ser melhorada, mas que não envolve somente produtos e serviços, mas também, pessoas envolvidas no processo do produto, dos gerentes até os operários incluindo como as pessoas trabalham, como as máquinas são operadas e como os sistemas e procedimentos são abordados (IMAI, 1994).

Garantir a qualidade na Toyota é a garantia de que a qualidade do produto é satisfatória, confiável e econômica para o consumidor. (IMAI, 1994, p. XV).

Em qualquer organização o trabalho do operário é baseado nos padrões existentes impostos pela administração. Mas quanto mais elevado for o nível do gerente, mais ele se preocupará com o melhoramento. O operário que não for qualificado ao trabalhar em uma máquina, passará todo o tempo seguindo instruções, mas quando adquirir experiência, pesará no melhoramento e contribuirá para que isso aconteça seja na forma como o seu serviço é feito, com novas sugestões (IMAI, 1994).

Portanto é importante essa área para se aplicar em qualquer organização, pois conforme o autor é possível entender que qualidade é de certa forma uma maneira de conceder aos clientes produtos que atendam às suas necessidades e melhoria contínua no trabalho, no processo do produto. Utilizando ferramentas com os parâmetros e medidas que levam a qualidade de determinado produto ou serviço para que cheguem aos clientes. Esse conjunto de técnicas tem sua aplicação principalmente no processo de produção onde são alocadas ferramentas precisas para atingir ótimos resultados chegando até o pós-venda.

2.3 Manutenção

A manutenção está diretamente envolvida na qualidade, pois atua junto aos setores de operação dos processos industriais visando a disponibilidade e confiabilidade dos equipamentos e dos processos alcançando a confiabilidade e disponibilidade dos equipamentos (DOS REIS, 2017).

Portanto é necessário que a manutenção esteja presente nas organizações como parte ativa da empresa, assim, minimiza os custos e concede garantia da qualidade dos serviços oferecidos.

De acordo com Dos Reis 2017, as atividades dentro da manutenção são:

- Planejar e executar as rotinas diárias para manter a fábrica funcionando.
- Planejar e executar reformas que são recuperações de máquinas.
- Planejar e executar melhorias implementando novos dispositivos, melhora com troca de componentes.
- Planejar e executar novos investimentos com instalação de novas máquinas ou equipamentos.

Para o projeto será realizada manutenção preditiva que reduz e elimina as consequências das falhas e detectiva, pelo fato de que por meio delas que analisa o problema, detectando falhas ocultas, programa e soluciona. Assim há a liberdade de

utilizar as ferramentas de qualidade: diagrama espinha de peixe e plano de ação PDCA.

Portanto a manutenção preditiva nos ajuda na atividade de monitoramento com o fornecimento de dados com o objetivo de analisar e diagnosticar para a tomada de decisão e uma manutenção detectiva atua diretamente na falha, por meio de testes para descobri-las.

2.4 Impressora 3D

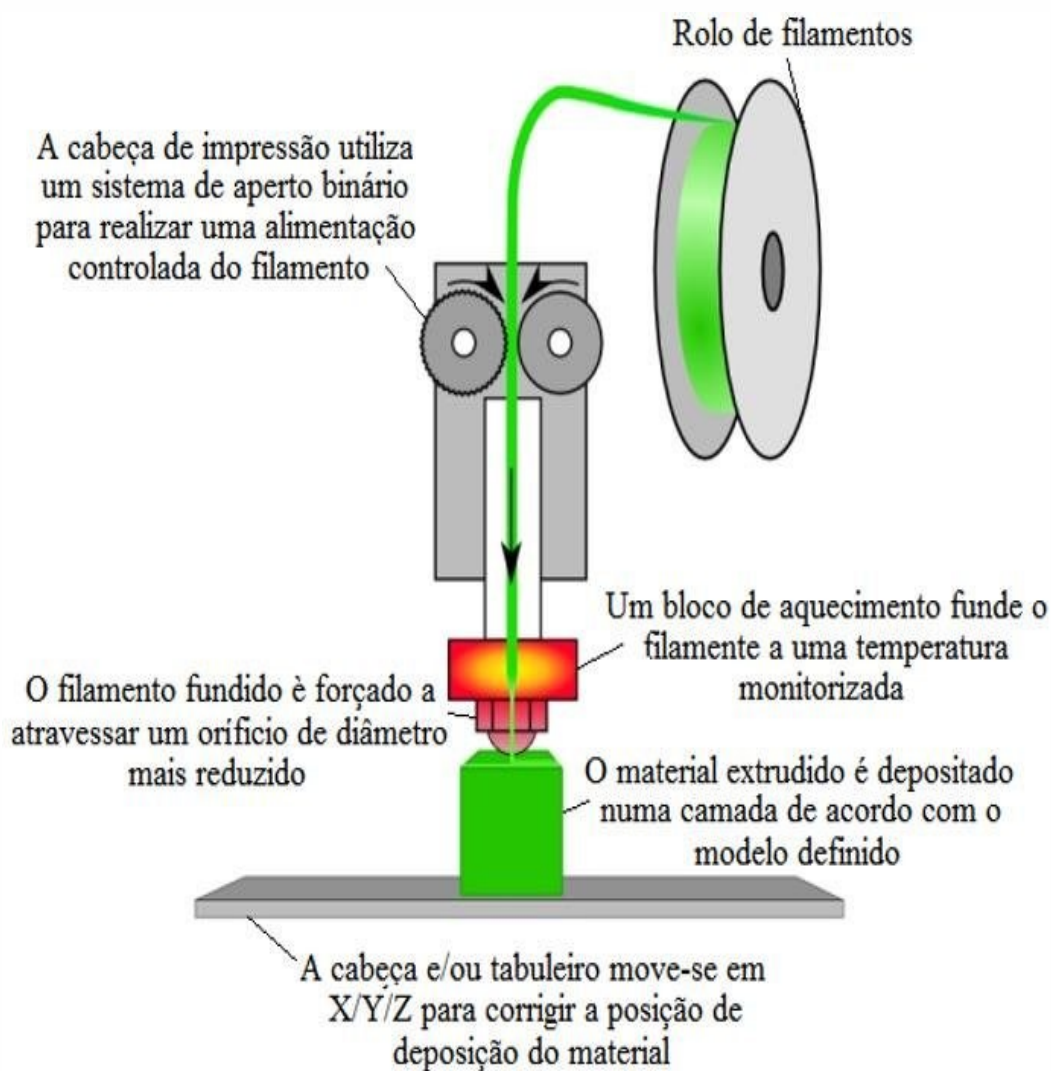
Atualmente as empresas procuram investir principalmente na inovação de novos mecanismos para destaque no mercado competitivo com processos de produção pela tecnologia cada vez mais favorecidos, com esse grande avanço surgiu a Impressora 3D, onde é possível elaborar desenho digital em *CAD* que essa ferramenta transforma por meio de camadas aditivas moldes de peças sólidas. Criada por Chuck Hull no estado da Califórnia no ano de 1984, a primeira impressora 3D funcionava a vapor e com tecnologia estereolitografia.

Ao passar dos anos, a impressora teve uma grande evolução tendo destaque no mercado por ter uma vasta aplicabilidade em imprimir diversos objetos em vários segmentos, desde ferramentas industriais até mesmo na área da medicina como as próteses suprimindo com grande potencial a cadeia de abastecimento global.

A impressora que será usada para estudo trabalha em processo de Fusão e Deposição de Material (*FDM*). Conforme Razgriz (2021), a tecnologia mais conhecida na impressão 3D para baixo custo, é a tecnologia em FFF que possibilita a criação de um modelar um objeto virtualmente e imprimi-los tridimensionalmente. Essa técnica iniciou no ano de 1989 pelo cientista S. Scott Crump que pretendia criar novos brinquedos para sua filha pequena. No mesmo ano, maquetes arquitetônicas pequenas entrou com o pedido de patente e em 1992, conseguiu financiamento a empresa Stratasys, essa empresa foi a responsável de atrasar em quase 20 anos o desenvolvimento e disseminação dessas impressoras. Hoje o acesso à essa tecnologia se tornou possível devido ao vencimento das patentes detentoras da tecnologia permitindo criação de vários tipos de projetos, novas técnicas de ensino, projetos como protótipos para a indústria automotiva, aeronáutica, entre outras. (RAZGRIZ, 2021, p 20).

Para a produção de um produto feito no processo *FDM*, ocorre a movimentação do bico injetor nos eixos *x* e *y* e também da mesa *z* que, por meio de um controlador deposita o material aquecido a alta temperatura em camadas nas regiões demandadas, conforme o modelo virtual desenvolvido da peça a ser fabricada para que assim, ganhe forma. O arquivo precisa ser enviado geralmente na extensão *STL*, para um *software* de fatiamento que realiza a divisão da peça em camadas formando um arquivo em *Gcode* para ser transferido para a impressora em um cartão *SD*, o arquivo apresenta os comandos necessários para o bico injetor se movimentar pela superfície de trabalho realizando a produção da modelo camada por camada.

Figura 3 - Funcionamento da Impressora 3D



Pelo fato desse tipo de impressora imprimir cerca de uma temperatura acima de 200 °C, conseqüentemente pode ocorrer problemas na máquina que são identificados nas próprias peças fabricadas ou na verificação de componentes tendo a necessidade de realizar a devida manutenção.

Atualmente, a inovação tecnológica das impressoras 3D está se popularizando, influenciando em mudanças na produção de diversos setores, consumo e comercialização de produtos possibilitando novos modelos de negócios. Alcançando até mesmo a mídia como um documentário intitulado *“Print the Legend”* produzido pelo streaming de filmes Netflix no qual mostra alguns startups do mercado 3D apresentando a realidade de empreendedores do ramo e a relevância da inovação, reinvenção e mudança necessária para entregar o melhor ao público. Inclusive para a série da mesma plataforma *“Stranger Things”*, a construção para definir um dos monstros presentes nela, foi construído pelo estúdio *Aaron Sims Creative*, em que após estudar o roteiro e desenhar, criaram o modelo do personagem chamado *“Demogorgon”* pela impressora 3D.

Há registro no qual a NASA (Agência Espacial Americana) no ano de 2014 testou a tecnologia em FDM no espaço, na estação espacial internacional foi alocada uma impressora 3D para proporcionar aos astronautas a confecção de peças e ferramentas para manutenções e instalações no espaço com o intuito de diminuir o tempo e custo de operação do sistema de manutenção.

Também disponibiliza em seu site cerca de 280 modelos 3D de aeronaves, sondas, cometas, texturas de superfícies e imagens de forma livre para download e uso proporcionando ao indivíduo que estuda essa área uma aproximação concreta assim, pode-se tocar e explorar os assuntos relativos ao espaço. Alguns pesquisadores que usam a impressora 3D para analisar as superfícies de outros planetas geograficamente (EVANGELISTA *et al.*, 2021).

2.5 Diagrama de Ishikawa

O Diagrama de Ishikawa conhecido como Espinha de Peixe ou Diagrama causa e efeito, possibilita a estruturação das causas de determinado problema ou oportunidade de melhoria. As causas de um problema são agrupadas conforme o Método 6M que ajuda a identificar as causas de um problema facilitando a análise

dele, como decorrente de falhas em: máquinas, matéria prima, método, mão de obra, medidas e meio ambiente (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2012).

O diagrama de causa e efeito, é uma ferramenta que representa as possíveis causas que levam a determinado efeito. Dessa forma, as causas são agrupadas por categorias e semelhanças previamente estabelecidas ou percebidas durante o processo de classificação, podendo atuar de modo mais específico detalhando as causas possíveis.

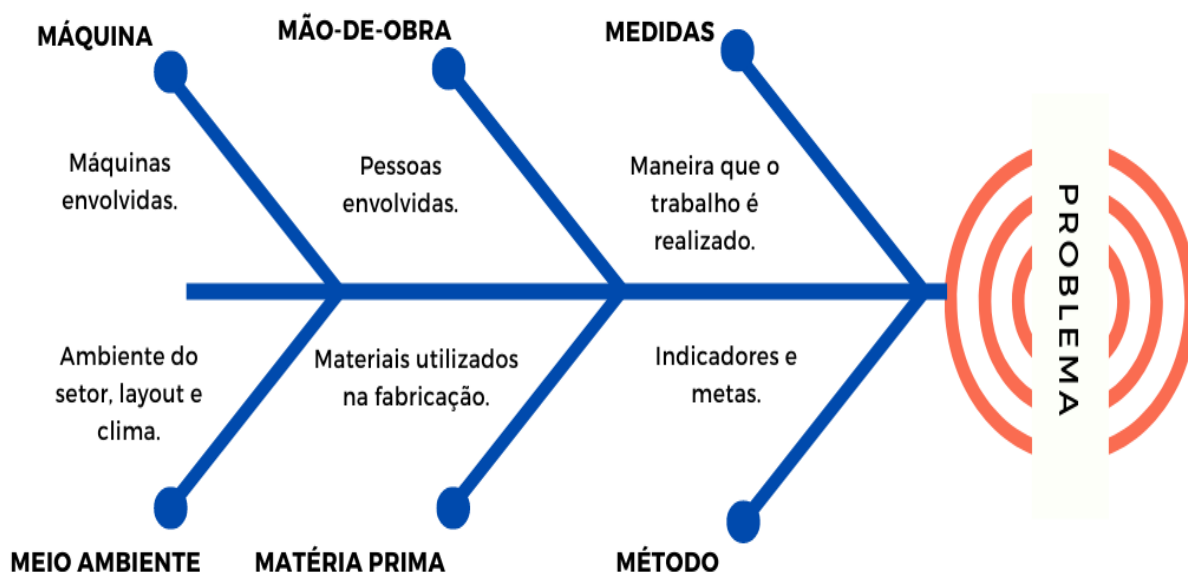
Esse diagrama demonstra uma simplificação dos processos complexos, ou seja, para identificar problemas difíceis de resolver, com essa ferramenta encontra de maneira simples e controláveis buscando a raiz do problema e assim permitindo a resolução do mesmo sem perda de tempo e camuflagem de problemas.

Este diagrama procura organizar as causas potenciais de determinado problema por meio de grupos lógicos, mostrando a relação entre elas, e visualizando a causa fundamental do problema. Assim, em cada uma das seis pontas indicadas nessa espinha de peixe, são colocados esses grupos lógicos mais conhecido como 6M: Máquina, Material, Método, Medida, Meio Ambiente e Mão de Obra. Para a montagem do mesmo, se inicia com a seguinte pergunta: Por quê? As respostas são as causas (VIEIRA FILHO, 2010).

Conforme o gráfico a seguir, está o exemplo de como ele é construído:

Gráfico 1 - Funcionamento da Impressora 3D.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA



Fonte: Elaborado pela autora conforme: TV KAIZEN.

Essa ferramenta ajuda na identificação de causas ou até mesmo a causa raiz que provocam determinado problema destacando os 6M, conforme a imagem acima:

- **Máquina** representa o maquinário ou equipamento que será avaliado para encontrar o problema, as causas, tudo que está relacionado com o maquinário.
- **Mão-de-Obra** são as pessoas que estão envolvidas no processo, dessa forma, o que as pessoas podem interferir para ocorrer no problema.
- **Medidas** é a maneira em que o trabalho é desenvolvido, verifica-se se as métricas usadas para medir o trabalho são adequadas.

Meio Ambiente considera o layout, o setor onde está localizado o problema e até mesmo o clima, é avaliado se houve influência do meio ambiente na ocorrência do problema.

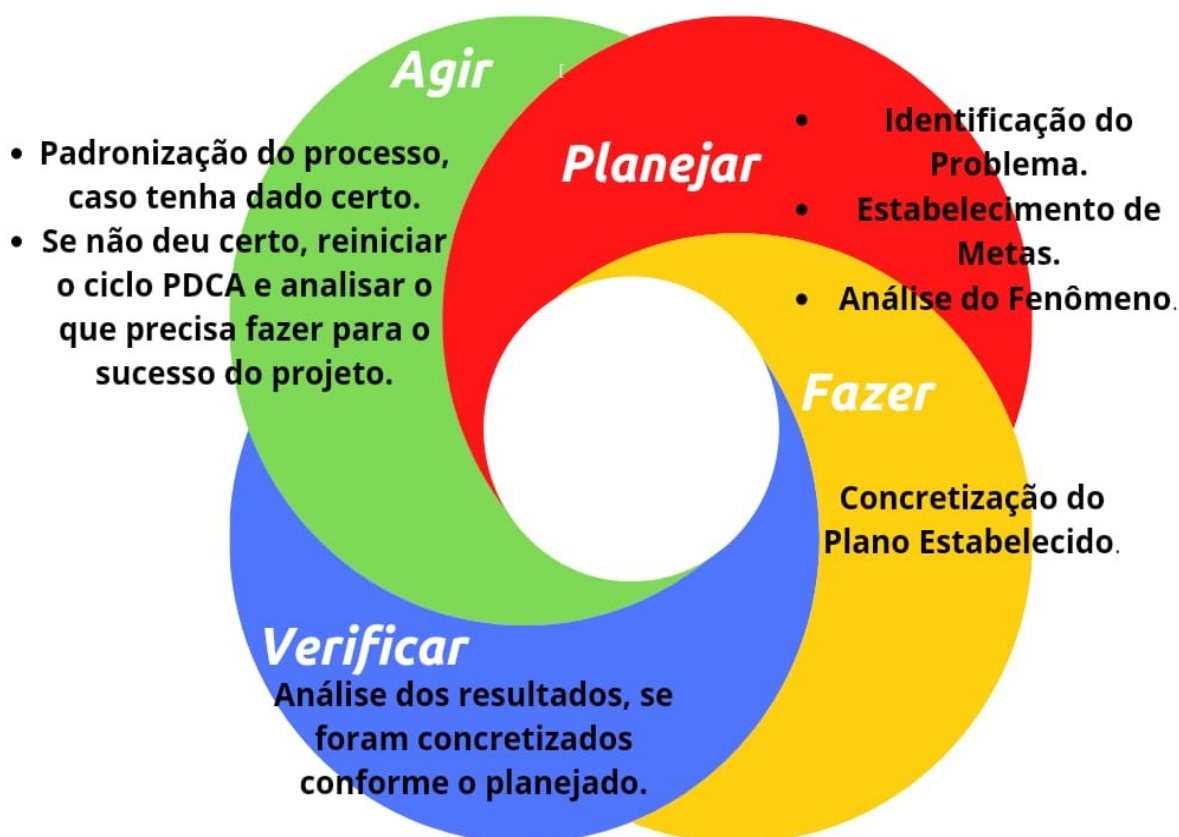
- **Matéria Prima** representa o material usado no processo, assim deve-se colocar o que o material pode influenciar no problema.
- **Metodologia** representa os indicadores e metas do processo.

2.6 Ciclo PDCA

O ciclo PDCA busca melhorar continuamente os processos e serviços para atingir os objetivos traçados pela empresa aplicados em diferentes áreas e setores, uma metodologia desenvolvida para direcionar a resolução de problemas em uma organização. Contém quatro fases para ter essa melhoria sistemática, aplica-se de forma cíclica e ininterrupta consolidando a padronização de práticas (MARSHALL JUNIOR *et al.*, 2012).

Em vista disso, o ciclo PDCA é um plano de ação, uma ferramenta que promove melhoria contínua dessa forma, após identificar o problema ou até mesmo uma oportunidade de melhoria são aplicadas essas 4 etapas para o processo de acordo com a imagem a seguir:

Figura 4 - Ciclo PDCA



Fonte: Elaborado pela autora conforme: Aguiar (2006).

Etapa 1 Planejar (*Plan*): aqui são feitos metas, problemas e oportunidades de melhorias e como resolvê-los.

Para Aguiar (2006) para promover as melhorias incrementais eficientemente, é preciso fazer um bom planejamento. Portanto, a etapa de planejamento no qual estabelece metas e meios para que sejam alcançadas, é composta por fases facilitando o detalhamento das ações que precisam ser realizadas nessa etapa. As fases são:

- **Identificação do Problema (Problema):** pode-se dizer que é feita pelo diagrama de causa e efeito.
- **Análise do Fenômeno (Observação):** levanta dados e identifica todas as características do problema.
- **Análise do Processo:** descoberta das causas principais.

- **Estabelecimento do Plano de Ação (Metas a serem alcançadas):** medidas a serem tomadas para solução do problema.

Etapa 2 Desenvolver (Do): É a implementação do Plano de Ação, com os dados da primeira etapa, as metas, oportunidades de melhorias e problemas, com o plano de ação construído, devem ser resolvidos e apresentando resultados diretamente na causa, devem ser anotados.

Etapa 3 Verificar (Check): Nesta etapa, avalia se a meta foi alcançada, conforme os resultados da segunda etapa, é avaliado se as metas foram atingidas e o planejamento da primeira etapa foi concluído ou precisa ser reavaliado.

Etapa 4 Agir (Act): Nesta etapa tudo que foi realizado se torna padronizado.

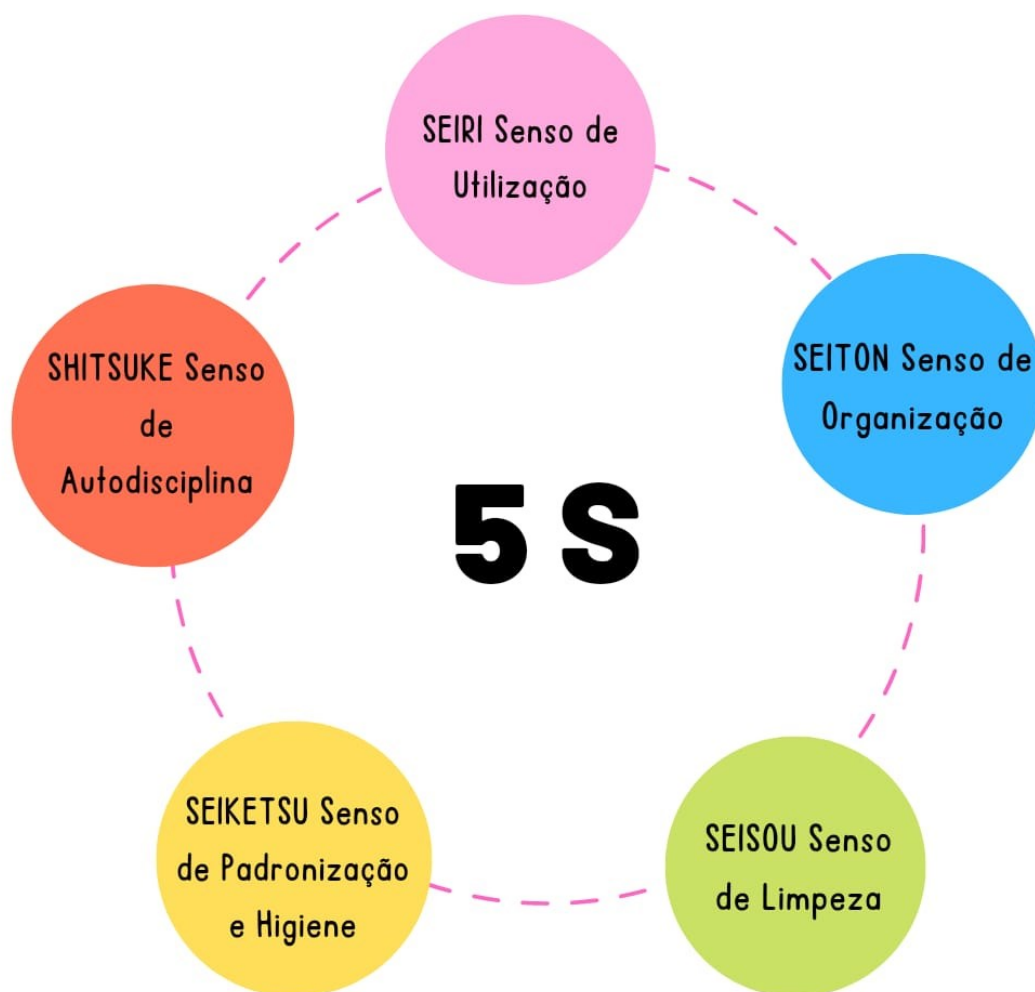
2.7 5s

Para Vieira Filho (2010), o 5S é a base para a Gestão da Qualidade Total porque se desejamos mudar a forma gerencial, antes de tudo, é preciso arrumar e organizar o local de trabalho. Dessa maneira, esse programa visa antes de tudo, melhorar a qualidade de vida do ser humano.

Essa ferramenta gera resultados significativos, como: otimização dos processos, aumento da produtividade, redução e/ou eliminação de desperdícios, além de promover um ambiente acolhedor, mais organizado, no qual o colaborador tem papel importante na sua manutenção.

A imagem a seguir indica os cinco sentidos dessa ferramenta:

Figura 5 - 5S



Fonte: Elaborado pela autora conforme: Vieira Filho (2010).

A seguir estão informações e significados de cada senso aplicado na ferramenta:

- **SEIRI** (Senso de Utilização): Classificado como primeiro senso do programa, tem por objetivo realizar uma seleção, análise do local de trabalho, classificando todos os itens necessários como: materiais, informações, objetos, etc. Conforme suas utilidades, descartar o que não serve, eliminando tudo o que não é necessário.

De acordo com Vieira Filho (2010) o senso de utilização traz como benefício: liberação de espaço, melhor controle de material, reduz o tempo de procura por

material, diminui o cansaço físico e mental e realoca os materiais que podem ser usados e aproveitados por outros setores.

- **SEITON** (Senso de Organização): Segundo senso do programa, tem por objetivo realizar a organização do ambiente, armários, relatórios, etc. Tudo que é necessário para um melhor ambiente e desenvolvimento de trabalho organizado.

Conforme Vieira Filho (2010) o senso de ordenação o traz como benefício: rapidez e facilidade na procura de documentos, controle que cada pessoa precisa ter para desempenhar suas funções, reduz acidente de trabalho, evita compra de componentes e materiais desnecessário, facilita no controle de pedidos compras para reposição de estoque e boa apresentação do ambiente de trabalho

- **SEISOU** (Senso de Limpeza): Terceiro senso do programa, tem por objetivo realizar limpeza e manter o local de trabalho limpo gerando um bem-estar do colaborador.

Segundo Vieira Filho (2010) o senso de limpeza o traz como benefício: o ambiente de trabalho fica mais agradável, maior controle sobre o estado de conservação do material, elimina desperdício. O sentido é mesmo retirar toda sujeira do ambiente.

- **SEIKETSU** (Senso de Padronização e Higiene): Quarto senso do programa, tem por objetivo, padronizar processos como anteriores para benefício da saúde e higiene do trabalhador melhorando a qualidade de vida. É a manutenção das condições de trabalho física e mental adequadas à boa saúde, cuidando da higiene pessoal e apresentar respeito perante os outros funcionários.

Conforme Vieira Filho (2010) o senso de higiene traz como benefício: Equilíbrio físico e mental, melhoria do ambiente de trabalho, melhoria da convivência social dentro da organização, melhoria da imagem da empresa perante ao público interno e externo e melhoria do nível da satisfação e motivação das pessoas da organização.

- **SHITSUKE** (Senso de Autodisciplina): O quinto senso do programa tem por objetivo, manter todos os sentidos anteriores na rotina de trabalho visando melhorá-los. O senso de autodisciplina traz como benefício: o cumprimento dos procedimentos operacionais, autoanálise e busca pelo aperfeiçoamento dos funcionários, manutenção dos quatro S anteriores e motivação dos colaboradores. Para a manutenção dos sentidos anteriores é preciso fazer em intervalos de 3 em 3 meses onde são anotados pontos forte e o que precisa melhorar.

2.8 Dashboard

De acordo com Silva (2021) dashboard tem a função de entregar informações por meio de visualizações e neste processo são aplicadas formas, posição, cor e até mesmo, atributos textuais com texto e símbolo. Para que a visualização seja eficiente, é preciso informações reais e a quantidade máxima de dados é absorvida num tempo menor.

No projeto será utilizada a ferramenta chamada *Power BI* para elaborar um dashboard referente ao desenvolvimento das máquinas e movimento do estoque do setor.

Mediante ao site da Microsoft, o Power BI oferece um pacote de ferramentas para análise de negócios com insights em toda a organização, concedendo muitas possibilidades na hora de se conectar aos dados. Considerada uma das ferramentas do segmento BI mais usada, o sistema contido nele é o BI *self service*, ou seja, não precisa do conhecimento prévio relacionado a programação, oferece de aspecto eficiente e ágil dashboards inteligentes, dinâmicos e versáteis de fácil construção.

3. PROPOSTA DE SOLUÇÃO ou MELHORIA

Como proposta de solução ou melhoria foram utilizadas ferramentas da gestão de qualidade para que assim, melhore o desenvolvimento das máquinas, o controle de estoque e a qualidade das peças fabricadas em impressoras presentes no setor estudado.

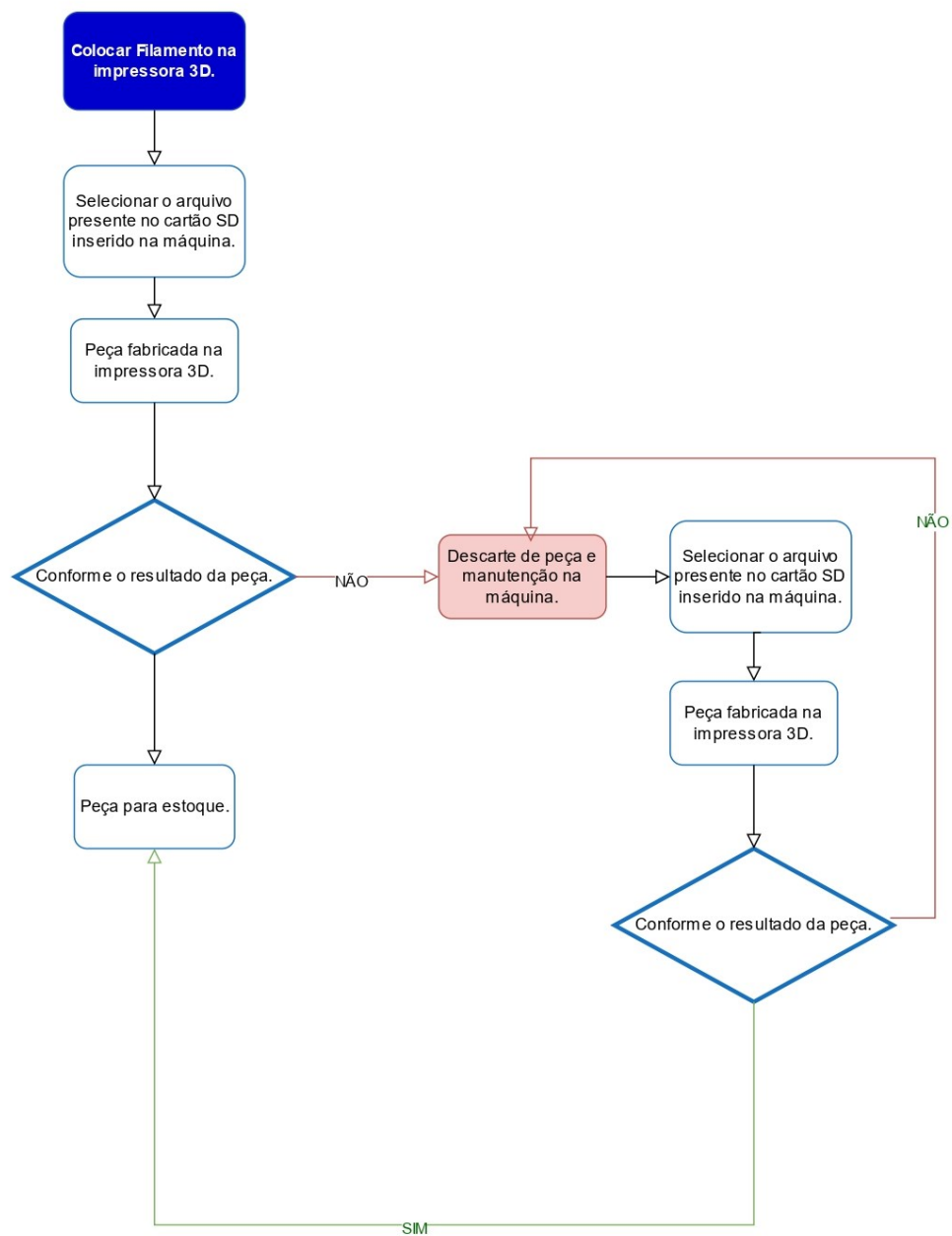
Na manutenção das impressoras 3D será utilizado o Diagrama Ishikawa para identificar a causa raiz do problema de Camadas Faltando de peças impressas pela máquina escolhida para a resolução do problema na empresa GTMax 3D, será o parâmetro para análise, como referência a verificação dos componentes presentes na máquina ao desenvolvimento da impressora usada refletido na peça impressa. Em seguida, foi desenvolvido um Plano de Ação com o ciclo PDCA para a resolução do problema e acompanhamento de resultados, aplicação do 5s para que o setor permaneça limpo e organizado e por fim, no *Power BI* foi desempenhado um *dashboard* para demonstrar o desenvolvimento da máquina escolhida e acompanhamento da produção e manutenção dela.

3.1 Área ou Setor do Problema Observado

Mediante ao que foi apresentado, o setor da organização que apresenta o problema observado, é o setor de Fabricação de Peças para Produção, incumbido de fabricar e armazenar peças para todos os setores da produção de máquinas. Nele encontram-se impressoras 3D em que fabricam peças essenciais para o dia a dia na produção, todas elas imprimem peças para montagem de máquinas que passam por todos os setores e se localiza todo o estoque de peças produzidas pelas máquinas. Todas funcionam de modo contínuo, somente aos finais de semana permanecem paradas. Uma pessoa coordena o setor cuidando de cada uma delas, realizando manutenções quando necessário, planejando, organizando e repondo o estoque para que não falte peças na produção. Conforme chega ao ambiente de trabalho, são retiradas peça por peça que são impressas por cada uma delas, analisadas e logo mais, colocadas novamente para o processo de impressão.

A seguir, segue o fluxograma de processos presente no setor:

Gráfico 2 – Fluxograma de Processo do Setor de Fabricação de Peças para Produção



As impressoras presentes no departamento de Fabricação de peças para produção trabalham com:

- Tritan (um copoliéster extremamente durável e forte, resiste a alta temperatura e ideal para trabalhos que exigem peças resistentes), mas devido a fazer a máquina trabalhar em alta temperatura, de 245 a 270°C, está propenso a ter o entupimento de bico com o uso constante e reduz o tempo da vida útil do tubo PTFE pois acima de 230 °C suas propriedades são alteradas. Para imprimir, precisa ser com a impressora fechada.

- ABS (um polímetro plástico, derivado do petróleo, um dos materiais mais populares no mundo referente ao desenvolvimento de produtos plásticos), o hot-end trabalha entre 215 até 240°C é resistente, pois não degrada com a exposição aos raios UV. Mas por ser um material sensível a variação térmica, é propenso a rachaduras. Para imprimir, pode ser com a impressora aberta desde que, a temperatura do ambiente se mantenha estável.

A manutenção das máquinas presentes no setor sempre é realizada após a identificação do problema, por isso é indispensável que se tenha uma ferramenta para elaborar uma análise específica sobre a causa e efeito presente no maquinário e assim, encontrando a solução ideal.

Não descobrir a causa raiz do problema presente nas máquinas que precisam de manutenção, gerou problemas pois não se teve solução, somente momentânea. Portanto os problemas nas máquinas voltariam a aparecer após um tempo resultando em desperdício de filamento, tempo e equipamentos ocasionando um sério impacto para o desenvolvimento de ambas pelo fato de o problema ser camuflado e não solucionado.

3.2 Situação atual

No momento da elaboração deste trabalho, foi relatado pela líder do setor que, de 30 máquinas toda semana ficava em média 5 a 6 impressoras paradas devido a ocorrer problemas e não solucionar a causa raiz tendo que fazer retrabalho ou até mesmo deixá-las desligadas para resolver no dia posterior. Quando acontecia mudanças climáticas, chuva e frio, aumentava para até 10 impressoras paradas e

consequentemente afetava a produção por não ter as peças necessárias produzidas pelas impressoras.

Pela razão de ter que imprimir uma grande quantidade de peças, as máquinas funcionam 24h com exceção aos finais de semana e com essa razão ocasiona o desgaste diário dos componentes presentes nelas gerando problemas com a necessidade de parada de ambas para manutenções corretivas sem a resolução raiz do problema afetando a produção. Peças que deveriam sair em perfeito estado, saem com falhas e defeitos e consequentemente o descarte de ambas aumentam.

Atualmente está sendo realizada a troca de extrusoras de máquinas internas que são do modelo recente para o modelo antigo, pois a do modelo antigo tem um push-fit no qual encaixa o tubo sem ocorrer o aperto dele e dessa maneira o filamento passar livremente até chegar no bico. Com o modelo recente, o tubo é preso em uma peça no qual não tem precisão podendo apertá-lo e assim, o filamento fica preso antes de chegar no bico e consequentemente entupi-lo. Mas houve uma máquina que ocorreu falta de camadas inteiras nas peças que imprimia, dessa forma, entende-se que é necessário buscar a causa raiz do problema relatado.

3.3 Encontrando e Solucionando o Problema

Na manutenção das impressoras 3D será utilizado o Diagrama Ishikawa para identificar a causa raiz do problema de Camadas Faltando de peças impressas pela máquina escolhida para a resolução do problema na empresa GTMax3D, será o parâmetro para análise, como referência a verificação dos componentes presentes na máquina ao desenvolvimento da impressora usada refletido na peça impressa.

Para entender melhor o problema de camadas faltando, e relatar suas principais e possíveis causas, foi aplicado o Diagrama de Ishikawa no qual foi elaborado baseado no desenvolvimento da máquina escolhida é uma A3V2 nomeada como: “Core 2” e seus componentes presentes, levantando os dados necessários para entender o que ocasiona esse problema.

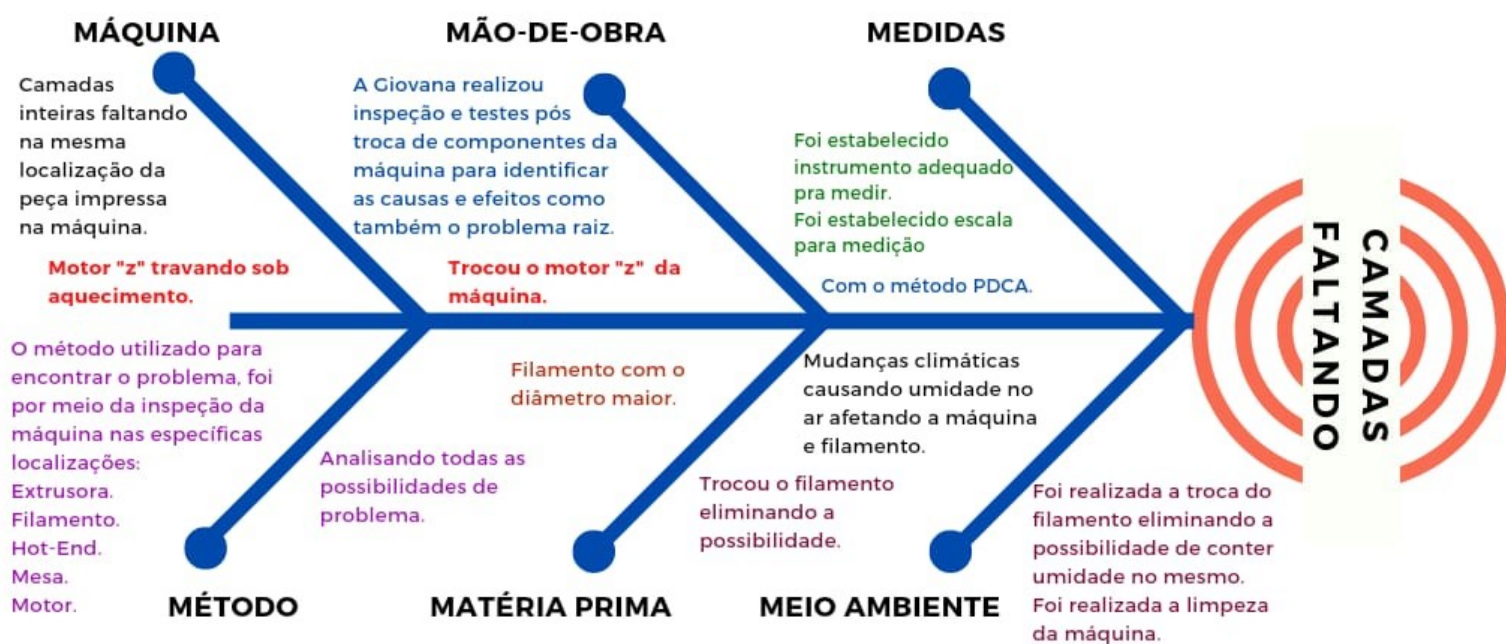
Figura 6 – Impressora 3D A3V2



Fonte: Arquivos da Empresa.

Gráfico 3 – Diagrama de Ishikawa – Impressoras Internas GTMax3D

A3V2 CORE 2 08/08/2022



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Baseado nos dados recolhidos referente ao desenvolvimento da máquina e seus componentes e identificação do problema por meio do diagrama de Ishikawa, a bibliografia contida neste relatório apresenta uma proposta de melhoria para a organização em estudo.

Foi analisado e encontrado o problema raiz no próprio diagrama que está localizado na máquina, onde na mesma localização fica faltando camadas, os componentes presentes na mesa de impressão são de extrema importância para que a máquina fabrique peças de qualidade. Portanto, é possível observar que no diagrama está localizado o problema em vermelho que está exatamente no motor z da máquina: responsável pelo deslocamento da mesa. Pelo fato da máquina funcionar de forma intermitente, há um desgaste demonstrando que o tempo de vida útil do motor se findou. Com o problema encontrado, pode-se realizar um plano de ação com o método PDCA para solução do mesmo.

Etapa 1 - Planejar

- ✓ Problema: Localizado no motor z (motor da mesa).
- ✓ Meta: Trocar o motor z da impressora.
- ✓ Análise do fenômeno: Precisa-se analisar a situação em que o motor z se encontra, se o seu tempo de vida útil terminou, precisa trocá-lo. Mas se estiver em uma boa condição, precisa somente limpá-lo.

Etapa 2 - Desenvolver

- ✓ Após analisar o estado do motor z, viu-se que o tempo de vida útil se findou, portanto precisou trocá-lo.
- ✓ Seguidamente, a impressora foi colocada para imprimir e assim, peças não saírem mais com camadas faltando.

Etapa 3 - Verificar

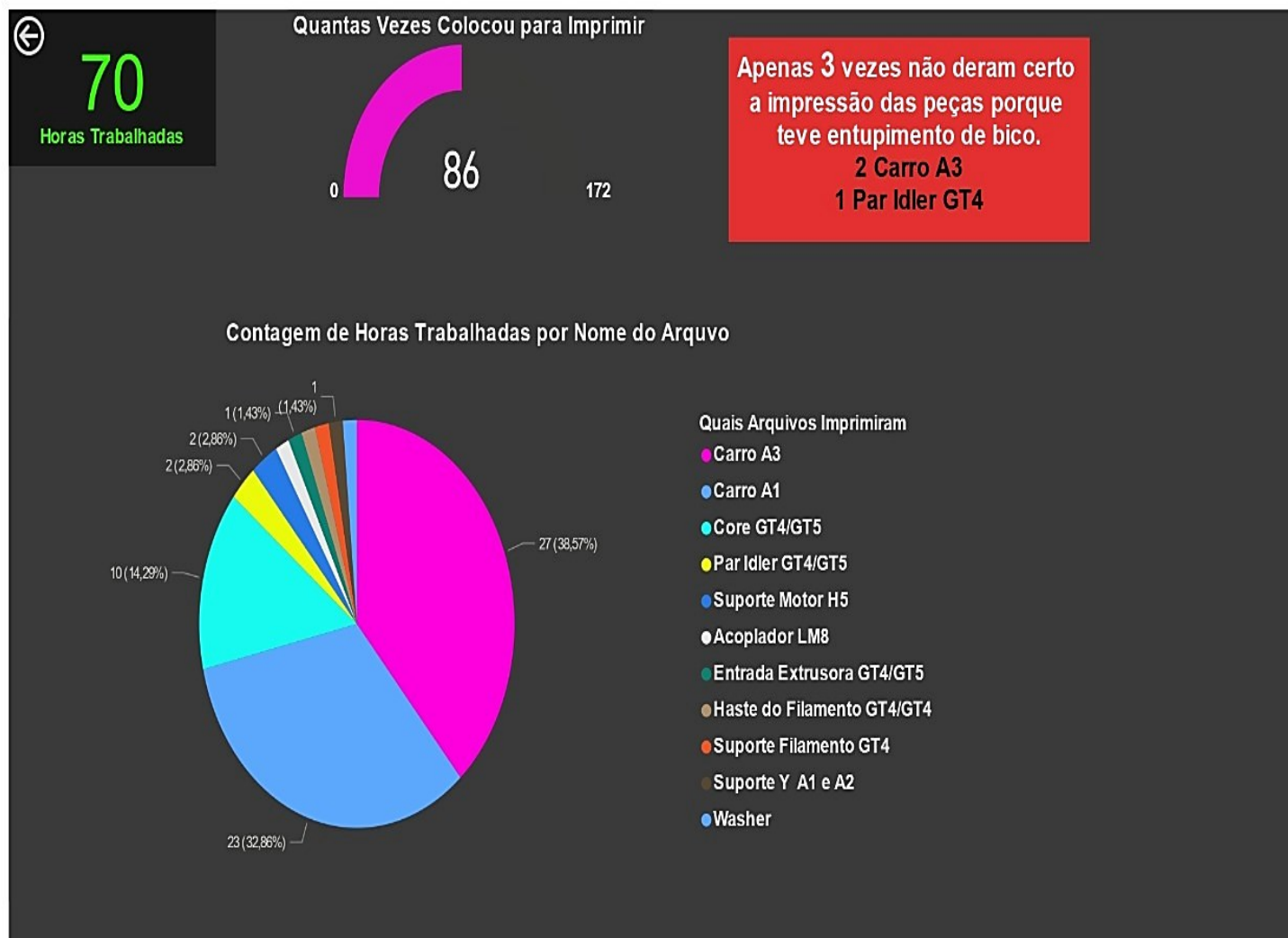
- ✓ Os resultados foram ótimos, concretizados conforme o planejado pois não teve problema de camadas faltando semanas depois.

Etapa 4 - Agir

- ✓ Dessa forma, para padronização, foi estabelecido que toda vez que ocorrer problema de camadas faltando precisa-se verificar a situação em que o motor z se encontra.

Com a concretização do *dashboard* indicando o quanto produziu após a um mês do conserto da máquina do dia 09/09/2022 ao dia 09/11/2022 é possível ver um ótimo resultado, foram 86 vezes que colocou para imprimir e somente três peças não deram certo devido ao entupimento de bico conforme o gráfico a seguir:

Gráfico 4 – Dashboard do Desenvolvimento da Impressora Core 2

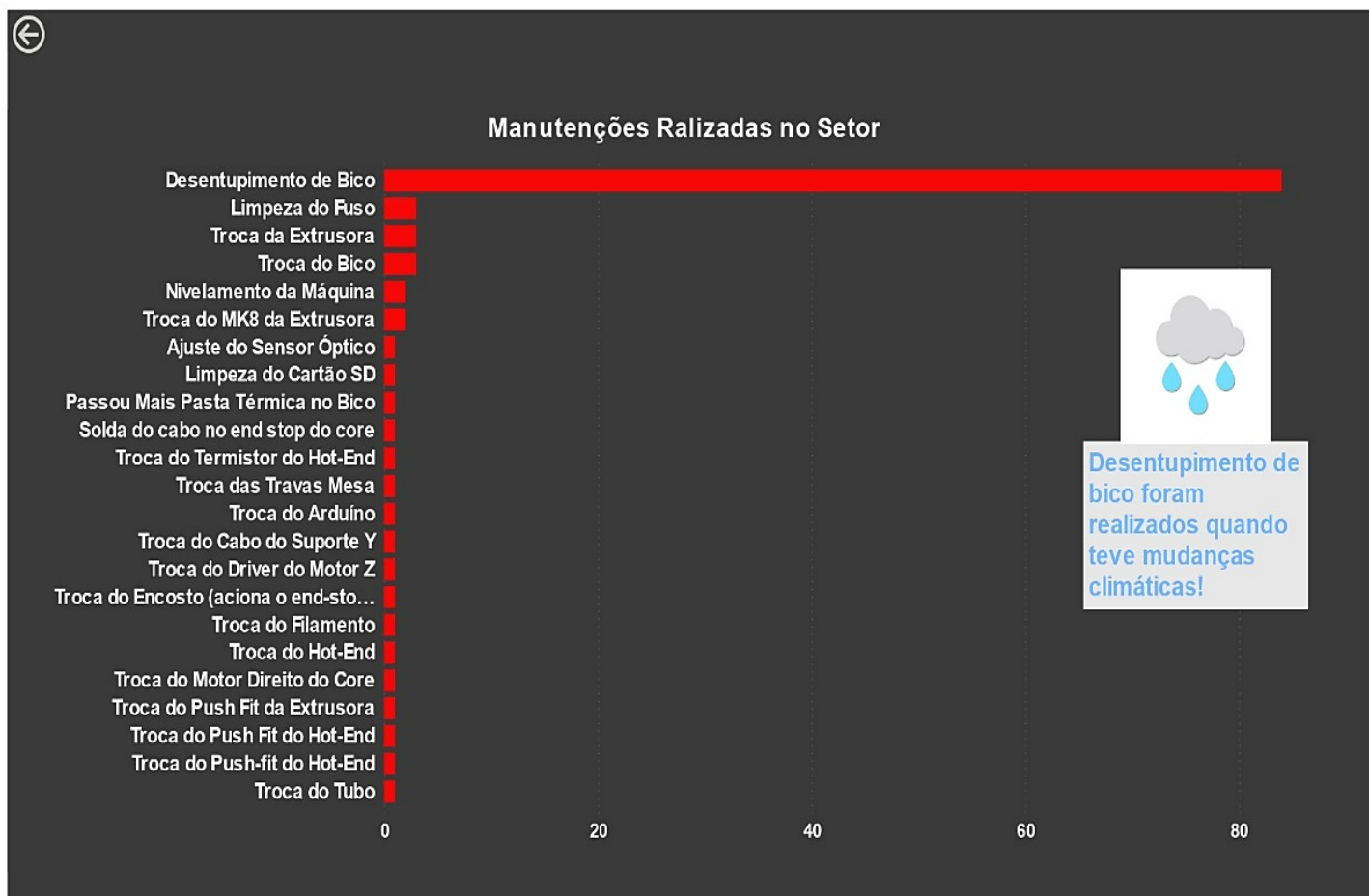


Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Também se construiu *dashboard* indicando as manutenções realizadas no setor durante três meses, do dia 28/09/2022 ao dia 04/11/2022 indicando o maior problema que ocorre nas máquinas que é o entupimento de bico, foi preciso desentupir bico das impressoras nesse período de tempo cerca de 80 vezes tanto pelas mudanças climáticas quanto pelo material utilizado nelas que é o tritan, ele tem maior densidade e exige mais da máquina, conseqüentemente reduz o tempo de vida útil dela pelo desgaste dos componentes.

Esse material é mais sujeito a mudança do tempo por isso, é propenso a obter umidade facilmente. Segue o gráfico demonstrando:

Gráfico 5 – Dashboard das Manutenções nas Impressoras do Departamento de Fabricação de Peças para Produção



Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Mas ainda assim, essa ferramenta foi muito útil, pois ajudou a resolver o problema pela raiz.

Como plano de ação, para um setor organizado e limpo, foi aplicado o sistema chamado 5S conforme o quadro a seguir:

Tabela 1 – 5S Setor de Fabricação de Peças para Produção

SEIRI (Senso de Utilização)	SEITON (Senso de Organização)	SEISO (Senso de Limpeza)	SEIKETSU (Senso de Padronização e Higiene)	SHITSUKE (Senso de Autodisciplina)
Descartar peças com problema.	Organizar peças nas caixas etiquetadas a data de quando foi pronto.	Varrer o setor.	Varrer o setor todos os dias.	Manter o local de trabalho limpo.
Descartar lixo.	Organizar a mesa.	Limpar as mesas.	Limpar a mesa todos os dias.	Manter a mesa organizada e limpa.
Descartar vidros quebrados.	Organizar os armários.	Limpar os armários.	Limpar os armários uma vez por semana.	Manter os armários limpos e organizados.
Descartar equipamentos trocados.	Organizar a caixa de ferramenta.	Limpar as caixas de ferramentas.	Limpar a caixa de ferramentas uma vez por semana.	Manter a caixa de ferramentas limpa e organizada.
Descarte de coisas inúteis presentes no setor.	Organizar as caixas com as peças.	Passar ar nas peças para tirar pó.	Passar ar nas peças uma vez por semana.	Manter as peças organizadas nas caixas e armários.
	Organizar os arquivos presentes nos cartões.	Descartar arquivos que não são utilizados.	Descartar arquivos que não são utilizados de 15 em 15 dias.	Manter os arquivos presentes nos cartões organizados separados em pastas.
	Organizar as folhas das máquinas.	Limpar e lubrificar as máquinas.	Limpar as máquinas uma vez por semana.	Manter as máquinas limpas e lubrificadas toda semana.

Fonte: Elaborada pela autora (2022).

Dessa forma, todas as máquinas, armários, caixas com as peças e até mesmo caixa com as ferramentas, mantêm-se limpas e organizadas facilitando no desenvolvimento do trabalho da operadora em ação.

Por conseguinte, proporcionando uma ampla visão de quais peças precisam ser impressas, como está o desenvolvimento de cada máquina e até mesmo, quantas peças estão presentes no setor.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desse relatório foi desenvolver e apresentar uma proposta de melhoria para a empresa GTMax 3D no setor de Fabricação de Peças para Produção implementando ferramentas de qualidade sem gerar custos adicionais para a organização. Para realizar esse projeto, foi consultado livros, pesquisas pesquisa no ambiente web para conseguir informações referente às impressoras 3D.

Observando o processo apresentado neste trabalho, juntamente com a minha vivência profissional adquirida ao longo dos últimos anos e experiência acadêmica obtida nos últimos semestres do curso de gestão empresarial, fica claro que aplicar ferramentas de qualidade em uma organização é um tema muito mais abrangente que pode ser mais bem explorado.

De um modo geral, a melhoria continua sendo aplicada por mim no setor onde trabalho ligado a metodologia das ferramentas de qualidade tornou consideravelmente eficaz para o dia a dia do trabalho. O diagrama de causa e efeito, é aplicado em casos mais graves, quando não há solução para o problema, tendo como consequência o Plano PDCA. O 5S está sendo aplicado no setor semanalmente, mas quando não há tempo para aplicá-lo, ele é desempenhado quinzenalmente, assim, o setor é mantido limpo e organizado e o *Dashboard* também, colaborando para o controle de produção e estoque presente no setor.

O departamento de fabricação de peças para produção melhorou pois antes que cerca de 10 máquinas ficavam paradas semanalmente para manutenção corretiva, hoje nenhuma se encontra nesse estado, todas funcionam normalmente e no dia a dia somente entre duas ou três máquinas dão problema pois quando acontece, é resolvido com um plano de ação no mesmo dia agindo na causa raiz. Com

a limpeza ajudou muito, pois às vezes impressoras estagnavam afetando o seu desenvolvimento devido a ter sujeira em seus principais componentes. O dashboard melhorou no controle da produção e na verificação dos maiores impasses que aconteceram no setor durante o período que se colheu informações para estudo.

Com informações após um longo tempo, pode-se alocar o peso de cada peça impressa no *dashboard* e controlar o quanto de filamento é consumido diariamente, também quantas peças saem por dia e até mesmo quantas são descartadas. Pelo fato de as máquinas serem usadas de maneira intermitente, com exceção aos finais de semana, também pode-se alocar informações referente ao tempo de vida útil de cada componente assim, ajudará no atendimento da assistência técnica, sabendo quantas horas cada componente funciona já se encontra a solução de problemas que ocorrem em máquinas de clientes.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Silvio. **Integração das Ferramentas de Qualidade ao PDCA e ao Programa Seis Sigma**. Brasil: Editora Eletrônica: Idng Tecs, 2006. 231 p.

AIRES, Matheus de Oliveira; ROSA, Adriano Carlos Moraes; GYORY, Carlos André Mattei; REIS, Clara Regina Gaby; BUTTIGNON, Karina. INDÚSTRIA 4.0: A MANUFATURA ADITIVA COMO FERRAMENTA DE INOVAÇÃO E OTIMIZAÇÃO. **Logística 4.0 e A Sociedade do Conhecimento**: Logística 4.0 e a sociedade do conhecimento, Guarulhos, p. 1-10, 31 maio 2019. Anual.

CROSBY, Philip B. **Qualidade é Investimento**. 3. ed. Rio de Janeiro: Livraria José Olympio Editora S.A., 1988. 327 p.

DIAGRAMA DE ISHIKAWA - 6M - CAUSA E EFEITO - ESPINHA DE PEIXE (EXEMPLO PRÁTICO). Produção de Tv Kaizen. 2020. Youtube, color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=9gXaHTm2y5M>. Acesso em: 11 nov. 2022.

DOS REIS, Prof. Geraldo Sales. **Gestão da Manutenção**. 4. ed. Joinville: Instituto Federal Santa Catarina, 2017. 159 p. Notas de Aula.

EVANGELISTA, Fábio Lombardo; OLIVEIRA, Lincoln Moura de; CATARINENSE, 1 Instituto Federal; PETROBRAS. Estudo das consequências da aplicação de impressoras 3D no ambiente escolar. **Physicae Organum**: Instituto de Física - Universidade de Brasília, Brasília, v. 7, n. 1, p. 39-58, 2021. Anual.

FEITEN, Angela; COELHO, Taiane Ritta. GESTÃO DA QUALIDADE EM ORGANIZAÇÕES DE SERVIÇO: BARREIRAS E FACILITADORES. **Anais do VII Singep**, São Paulo, p. 1-15, 23 out. 2018. Anual.

IMAI, Masaaki. **KAIZEN Estratégia para o Sucesso Competitivo**. 5. ed. São Paulo: Instituto Imam, 1994. 235 p.

Juram Controle da Qualidade: handbook métodos especiais de apoio à qualidade volume vii. 4. ed. São Paulo: Akron Books do Brasil Editora Ltda., 1988. 193 p.

MARSHALL JUNIOR, Isnard; ROCHA, Alexandre Varanda; MOTA, Edmarson Bacelar; QUINTELLA, Odair Mesquita. **Gestão da Qualidade e Processos**. Rio de Janeiro: Editora Fgv, 2012. 180 p.

MONSTRO DE STRANGER THINGS GANHA VIDA COM IMPRESSÃO 3D!. [S. l.]: Wishbox, 4 set. 2018. Disponível em: <https://www.wishbox.net.br/blog/stranger-things-usa-imprensa-3d/>. Acesso em: 3 ago. 2022. Parte superior do formulário

MOREIRA, Rui Miguel Dias. **Conceção de um sistema de medição sem contacto da temperatura do polímero à saída do bico de uma impressora 3D FDM**. 2016. 99 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica Ramo de Automação, Feup Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2016.

PRINT THE LEGEND. Direção Luis Lopes e Clay Tweel. 2014B. In Netflix.

RAZGRIZ, Guilherme. **O GUIA DEFINITIVO SOBRE MANUTENÇÃO DE IMPRESSORAS 3D**. São Paulo: Instituto Newton C. Braga, 2021. 298 p.

SACOMANO, José Benedito *et al.* **INDÚSTRIA 4.0 conceitos e fundamentos**. São Paulo: A Edgard Blücher Ltda., 2018. 182 p.

VIEIRA FILHO, Geraldo. **Gestão da Qualidade Total**: uma abordagem prática.

VON GILSA, Prof. Dietmar. **Gestão Da Qualidade De Produtos E Processos**. Indaial: Uniasselvi, 2012. 217 p.

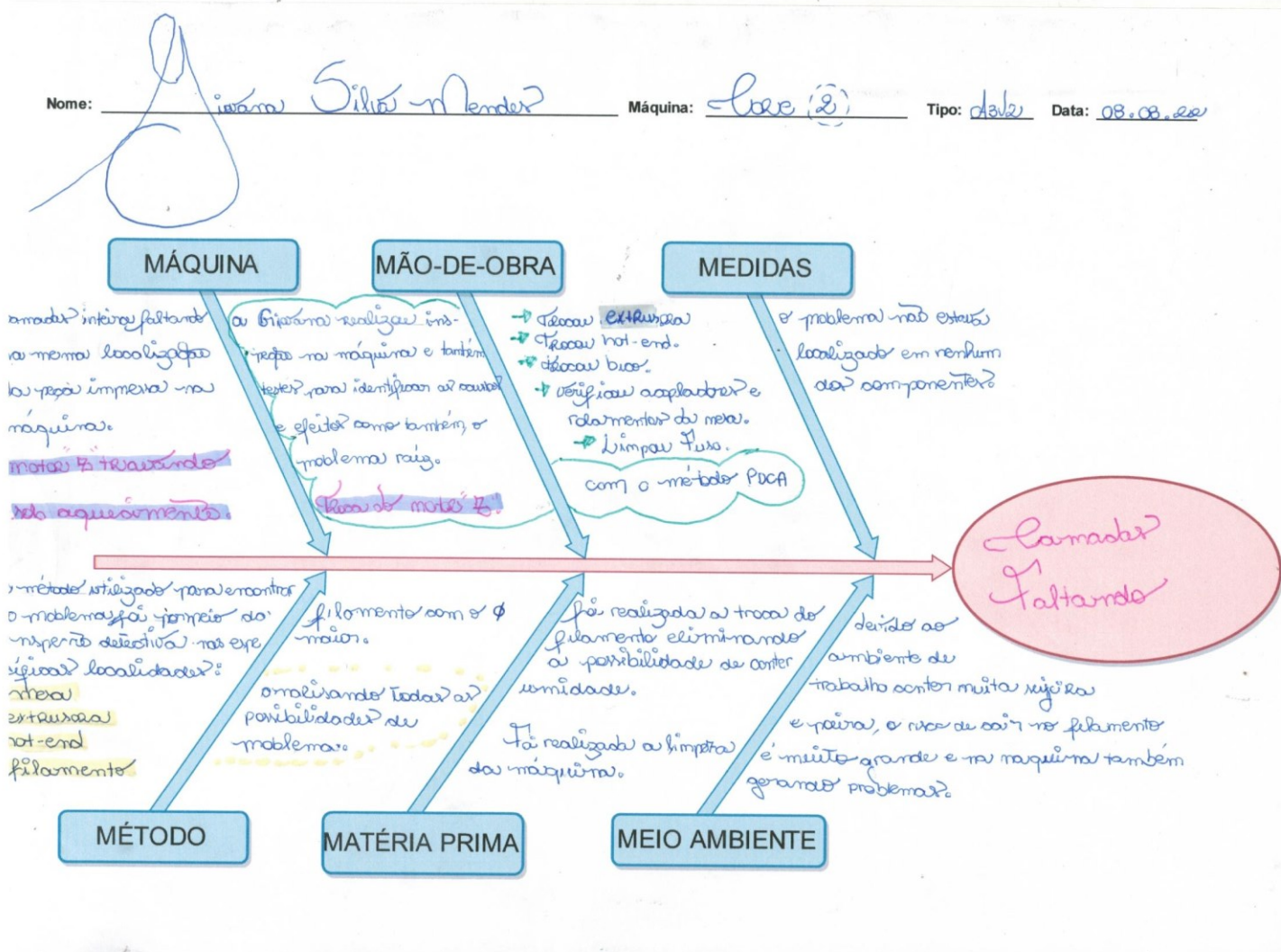
WOHLERS ASSOCIATES. Wohlers Report, 2022, Disponível em: www.wohlersassociates.com/2022report.htm

2022 MICROSOFT. **O que é o Power BI?**: faça a ponte entre os dados e a tomada de decisão. Faça a ponte entre os dados e a tomada de decisão. 2022. Disponível em: <https://powerbi.microsoft.com/pt-br/>. Acesso em: 26 set. 2022.

APÊNDICE A – Diagrama Causa e Efeito

Esse foi o diagrama espinha de peixe base para o trabalho.

Figura 7 – Diagrama de Ishikawa



Fonte: Elaborado pela autora (2022).

APÊNDICE B – Manutenção das Impressoras

Tabela 2 – Manutenção da Impressoras

Data	Máquina	Tipo	O que foi Feito?	Por que?
28/09/2022	Estrutura 1	H4	Desentupimento de Bico	Umidade no Filamento
28/09/2022	GT4/GT5	A3V2	Troca do Bico	Muita Sujeira na Impressão Offset Esmagado no fundo e longe na frente
28/09/2022	Madeira 2	A1V1	Ajuste do Sensor Óptico	Filamento Úmido
28/09/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Parou no meio da impressão
28/09/2022	Madeira 3	A1V1	Limpeza do Cartão SD	Entupiu no meio da impressão
28/09/2022	Preparação 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento acumulado no Bico
28/09/2022	Estrutura 2	H4	Troca do Bico	Para o nivelamento da máquina
28/09/2022	Estrutura 1	H4	Troca das Travas Mesa	Filamento com o diâmetro maior
29/09/2022	Estrutura 3	A3V2	Desentupimento de Bico	Parou no meio da impressão
29/09/2022	Emergência 1	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
29/09/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Não atingia a temperatura ideal Queimou por erro da eletrônica e Preparação
29/09/2022	Kit/Ligação	H4	Troca do Hot-End	Desgaste pelo uso constante
29/09/2022	Kit/Ligação	H4	Troca do Arduíno	Desgaste pelo uso constante
30/09/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Falha na peça
30/09/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Falha na peça
30/09/2022	Estrutura 3	A3V2	Limpeza do Fuso	Não estava acionando o end-stop do core
30/09/2022	Core 3	A3V2	Limpeza do Fuso	Filamento com o diâmetro maior
30/09/2022	Madeira 1	A1V1	Troca do Cabo do Suporte Y	Filamento Úmido
03/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	
04/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	

04/10/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
04/10/2022	Kit/Ligação	H4	Nivelamento da Máquina	Manutenção preditiva
04/10/2022	Preparação 2	H4	Nivelamento da Máquina	Manutenção preditiva
04/10/2022	Emergência 1	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
05/10/2022	Core 6	A3V2	Desentupimento de Bico Troca do Encosto (aciona o end-stop do core)	Entupiu no meio da impressão Carro estava batendo antes de imprimir
05/10/2022	Madeira 1	A1v1		
06/10/2022	Core 2	A3V2	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
06/10/2022	Core 1	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
06/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
06/10/2022	Madeira 1	A1V1	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
06/10/2022	Core 7	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
06/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
06/10/2022	Preparação 3	A1V2	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
07/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Limpeza do Fuso	Falha na peça Push-fit não estava segurando o tubo na retração
07/10/2022	Emergência 2	A3V2	Desentupimento de Bico	
07/10/2022	Emergência 2	A3V2	Troca do Push Fit do Hot-End	Desgaste pelo uso constante
07/10/2022	Core 6	A3V2	Desentupimento de Bico	Parou no meio da impressão
07/10/2022	Core 7	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento com o diâmetro maior
07/10/2022	Madeira 3	A2V1	Desentupimento de Bico	Parou no meio da impressão
07/10/2022	Madeira 3	A2v1	Troca da Extrusora	Manutenção preditiva
10/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
10/10/2022	Emergência 1	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
10/10/2022	Kit/Ligação	H4	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
10/10/2022	Preparação 2	H4	Troca do Bico Passou Mais Pasta Térmica no Bico	Filamento acumulado no Bico Pouca Pasta Térmica no Bico
10/10/2022	Preparação 2	H4	Bico	
10/10/2022	Core 2	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido

10/10/2022	Madeira 2	A1V1	Desentupimento de Bico	Hot-End Baixo
10/10/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Filamento com o diâmetro maior
10/10/2022	Preparação 5	A3V2	Troca do Motor Direito do Core	Estava Travando
10/10/2022	Core 6	A3V2	Desentupimento de Bico	Problema no Cartão SD
11/10/2022	Core 1	H4	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
11/10/2022	Core 2	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
11/10/2022	Core 4	A3v2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
11/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
11/10/2022	Preparação 2	H4	Troca do MK8 da Extrusora	Mk8 gasto da extrusora
11/10/2022	Preparação 2	H4	Troca do Push-Fit da Extrusora	Desgaste pelo uso constante
11/10/2022	Kit/Ligação	H4	Troca do MK8 da Extrusora	Mk8 gasto da extrusora
11/10/2022	Madeira 2	A1V1	Desentupimento de Bico	Filamento com o diâmetro maior
11/10/2022	Preparação 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
11/10/2022	Preparação 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
13/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
13/10/2022	Estrutura 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
13/10/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
13/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Filamento Úmido
14/10/2022	Madeira 1	A1V1	Desentupimento de Bico	Hot-End Baixo
14/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
14/10/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Arquivo com muita retração
14/10/2022	Madeira 4	A2V1	Desentupimento de Bico	Acabou o filamento e não fez a troca
14/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Parou no meio da impressão
17/10/2022	Madeira 2	A1V1	Desentupimento de Bico	Hot-End Baixo
17/10/2022	Core 1	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
17/10/2022	Kit/Ligação	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
17/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
18/10/2022	Core 1	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão

18/10/2022	Estrutura 2	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
19/10/2022	Preparação 2	H4	Troca do Termistor do Hot-End	Temperatura variando
19/10/2022	Madeira 2	A1V1	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
19/10/2022	Preparação 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
20/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
20/10/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Filamento embolado
20/10/2022	Core 3	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento embolado
21/10/2022	Limpeza	A2V2	Desentupimento de Bico	Filamento embolado
21/10/2022	Core 3	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento embolado
21/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
24/10/2022	Madeira 2	A1V1	Solda do cabo no end-stop do core	Carro estava batendo antes de imprimir
24/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
24/10/2022	Core 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Filamento com o diâmetro maior
24/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
24/10/2022	Estrutura 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
25/10/2022	Core 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Parou no meio da impressão
25/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Desgaste pelo uso constante
26/10/2022	Core 1	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
26/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Troca da Extrusora	Filamento ficou preso na extrusora
27/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
27/10/2022	Preparação 2	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
28/10/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
28/10/2022	Core 7	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
28/10/2022	Emergência 1	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
28/10/2022	Preparação 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
10/10/2022	Estrutura 3	A3V2	Desentupimento de Bico	Queimo o ventilador do carro
01/11/2022	Emergência 1	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
01/11/2022	Estrutura 4	A3V2	Troca do Driver do Motor Z	Parou de funcionar

01/11/2022	Preparação 5	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
01/11/2022	Madeira 3	A2V1	Troca do Push-fit do Hot-End	Desgaste pelo uso constante
01/11/2022	Core 2	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
03/11/2022	Madeira 2	A1V1	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
03/11/2022	Estrutura 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
03/11/2022	Estrutura 3	A3V2	Troca do Filamento	Espessura do filamento variando
04/11/2022	Core 3	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
04/11/2022	Core 1	H4	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
04/11/2022	Madeira 4	A2V1	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
04/11/2022	Core 4	A3V2	Desentupimento de Bico	Entupiu no meio da impressão
04/11/2022	Preparação 3	A1V2	Troca da Extrusora	Falha na Extrusão
04/11/2022	Preparação 3	A1V2	Troca do Tubo	Desgaste pelo uso constante

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

APÊNDICE C – Desenvolvimento da Impressora “Core 2”

Tabela 3 – Desenvolvimento da máquina “Core 2”

Data	Código	Tipo	Nome do Arquivo	Horas Trabalhadas	Quantas Vezes Colocou o Arquivo?	Deu Certo?	Por que?
09/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min		1 Sim	-
09/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min		1 Sim	-
12/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min		1 Sim	-
12/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min		1 Sim	-
13/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min		1 Sim	-
13/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min		1 Sim	-
14/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min		1 Sim	-
14/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min		1 Sim	-
15/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min		1 Sim	-
15/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min		1 Sim	-
16/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min		1 Sim	-
16/09/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min		1 Sim	-
19/09/2022	Core 2	A3V2	Suporte Y A1 e A2	6h 52 min		1 Sim	-
19/09/2022	Core 2	A3V2	Suporte Motor H5	3h 4min		1 Sim	-
19/09/2022	Core 2	A3V2	Par Idler GT4/GT5	15h 18 min		1 Sim	-
20/09/2022	Core 2	A3V2	Suporte Motor H5	3h 4min		1 Sim	-
20/09/2022	Core 2	A3V2	Suporte Filamento GT4	9h 3min		1 Sim	-
21/09/2022	Core 2	A3V2	Washer	54 min		2 Sim	-
21/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min		1 Sim	-
22/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min		2 Sim	-

23/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
26/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
27/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
28/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
29/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
30/09/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
03/10/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
04/10/2022	Core 2	A3V2	Core GT4/GT5	7h 1min	2	Sim	-
05/10/2022	Core 2	A3V2	Entrada Extrusora GT4/GT5	6h 33min	2	Sim	-
06/10/2022	Core 2	A3V2	Acoplador LM8 Haste do Filamento	2h 45min	2	Sim	-
07/10/2022	Core 2	A3V2	GT4/GT4	8h 28 min	2	Sim	-
10/10/2022	Core 2	A3V2	Par Idler GT4/GT5	15h 18 min	1	Não	Entupiu o Bico
10/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Não	Entupiu o Bico
11/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	2	Sim	-
13/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	2	Sim	-
14/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	2	Sim	-
17/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
17/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
18/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
18/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
19/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
19/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
20/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
20/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
21/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
21/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
24/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-

24/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
25/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
25/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
26/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
26/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
27/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
27/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
28/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
28/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
31/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
31/10/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
01/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Não	Entupiu o Bico
01/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
03/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
03/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
04/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
04/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
07/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
07/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
08/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
08/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-
09/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A1	5h 25min	1	Sim	-
09/11/2022	Core 2	A3V2	Carro A3	5h 32 min	1	Sim	-

Fonte: Elaborado pela autora (2022).

ANEXO A – Autorização da Organização



AUTORIZAÇÃO

Autorizamos a aluna Giovana Silva Mendes a utilizar o nome da empresa GTMax3D Equipamentos Eletrônicos e Materiais Plásticos em seu trabalho de conclusão de curso.

Americana, 08 de abril de 2022



FABRICIA NASCIMENTO
SUPERVISORA ADMINISTRATIVA