



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS DE TECNOLOGIA
UNIDADE ACADÊMICA DE ENGENHARIA MECÂNICA

RELATÓRIO DE ESTÁGIO SUPERVISIONADO

AÉCIO SILVA SOUZA

119110094

CAMPINA GRANDE – PB

2024

EMPRESA: AGUABRAZIL TECNOLOGIA E INOVACAO LTDA.

Orientador: Prof. Dr. Wanderley Ferreira Amorim Júnior

Relatório de Estágio Supervisionado
apresentado à Unidade Acadêmica de
Engenharia Mecânica em cumprimento
parcial às exigências de avaliação para
obtenção do título de Graduado Pleno
em Engenharia Mecânica.

Relatório submetido em _____ em ____ / ____ / ____.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Wanderley Ferreira Amorim Júnior
UAEM/CCT/UFCG – Orientador

Dedico aos meus pais, Maria
Dos Anjos e Agnaldo Oliveira, ao
meu irmão Arthur Souza e minha
irmã Amanda Souza, e todos os
meus companheiros de Curso.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador Wanderley Ferreira pelas orientações, confiança, ajuda, conhecimentos passados, correções e dedicação comigo.

Agradeço a empresa Aguabrazil pela oportunidade oferecida.

Agradeço a meus Pais e irmãos pelo acompanhamento e ajuda durante todo esse tempo.

A todos os meus amigos que me ajudaram ao longo do curso, seja com palavras de apoio ou com ensinamentos.

Finalmente, a todos que direta ou indiretamente participam da minha trajetória, construída com ajuda de todos que já passaram por mim. Colho cada experiência com muito carinho.

RESUMO

As atividades desenvolvidas durante o estágio supervisionado na Aguabrazil Tecnologia e Inovação LTDA, ocorrido de 16/02/2024 a 24/05/2024, foram essenciais para o desenvolvimento e aprimoramento de produtos com foco em produção em escala. Um dos principais processos empregados foi a manufatura aditiva, utilizando o método FDM em impressão 3D, complementado por processos de usinagem em máquinas CNC. Essa experiência proporcionou uma expansão significativa dos conhecimentos práticos no contexto da graduação em Engenharia Mecânica pela UFCG, oferecendo uma valiosa vivência profissional nas áreas de manufatura aditiva, usinagem e outros aspectos relacionados aos processos de fabricação de produtos.

Palavras-chave: Impressão 3D, Processos de Usinagem, Manufatura aditiva.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01 – logo da Aguabrazil.....	11
Figura 02 – Interface software Autodesk Inventor.....	12
Figura 03 – Interface software Solidworks.....	13
Figura 04 – Interface e funções software Creality Print.....	14
Figura 05 – Interface e funções software Utimaker Cura.....	14
Figura 06 – Aerociclone em 2d.....	16
Figura 07 – Modelo 3D Gerado no Solidworks.....	17
Figura 08 – Modelo 3D Luva de Acoplamento.....	17
Figura 09 – Conjunto rotor e luva.....	18
Figura 10 – Teste de impressão Luva.....	18
Figura 11 – Teste de impressão elementos roscados.....	19
Figura 12 – Simulação de impressão aerociclone.....	19
Figura 13 – Impressão 3D do aerociclone.	20
Figura 14 – Aerocilone Acoplado no motor elétrico.	20
Figura 15 – Engrenagens em Cad.	21
Figura 16 – Engrenagens produzidas por impressão 3D.	22
Figura 17 – Acoplamento engrenagem em cad.	22
Figura 18 – Testes de impressão Acoplamento engrenagem.	22
Figura 19 – conjunto engrenagem montado.....	23
Figura 20 – ideia inicial suporte motor.....	23
Figura 21 – Simulação de Impressão segundo prototipo.....	24
Figura 22 – Modelo 3D já aprimorado do Suporte do motor de passo.....	24
Figura 23 – Apoio motor de passo pronto e montado.....	25

Figura 24 – Interface do software Apire Trial.....	25
Figura 25 – Simulação de percurso aspire.....	26
Figura 26 – Início do Gcode gerado com a figura 24.....	26
Figura 27 – Interface Mach3 com código aberto.....	27
Figura 28 – CNC em operação.....	27
Figura 29 – Peça Usinada.....	28

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
1.1 JUSTIFICATIVA	9
1.2 OBJETIVOS	9
1.2.1 Objetivo geral.....	9
1.2.2 Objetivos específicos	10
1.3 ESTRUTURA DO RELÁTORIO	10
2 A Empresa.....	11
3 FUNDAMENTAÇÃO TEORICA.....	12
3.1 MODELAGEM 3D (CAD).....	12
3.2 IMPRESSÃO 3D	13
3.3 USINAGEM CNC.....	15
4 ATIVIDADE DESENVOLVIDAS	16
4.1 ATIVIDADE 1: APRIMORAMENTO AEROCICLONE.....	16
4.2 ATIVIDADE 2 : SERVIÇOS DE IMPRESSÃO 3D.....	20
4.2.1 ENGRENAGENS E ACOMPLAMENTOS.....	20
4.2.2 SUPORTE DO MOTOR DE PASSO.....	23
4.3 ATIVIDADE 3: SERVIÇOS NA CNC.....	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	29
6 REFERÊNCIAS.....	30

1. INTRODUÇÃO

Durante o estágio supervisionado obrigatório do graduando em Engenharia Mecânica Aécio Silva Souza, pela Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), foram realizadas diversas atividades, como a atividades de usinagem CNC, aprimoramento de projeto de aerociclone, etc. O estagio integralmente foi realizado no Ambiente da AguaBrazil, no Citta (Centro de Inovação Telma Araújo), durante o período de 16 de fevereiro de 2024 até 24 de maio de 2024, com uma carga horária total de 424 horas sob supervisão de Guilherme Santos da Silveira.

1.1 JUSTIFICATIVA

O estágio supervisionado é um componente curricular de cunho obrigatório para a conclusão acadêmica no curso de Engenharia Mecânica da UFCG, fundamental para a maturação profissional do estudante no mercado de trabalho, além de contribuir de maneira efetiva para aplicação experimental de conhecimentos teóricos previamente adquiridos ao longo da graduação. A permanência na Aguabrazil se dá com fins de aplicar conhecimentos na prática e na área de projetos com enfoque na inovação e aplicabilidade na realidade de produção em quantidade de produtos voltados ao uso submerso, nos mais diversos tipos de líquidos, sendo uma experiência de interface entre atribuições de diversas áreas da ciência, gerando um conhecimento diverso entre diferentes áreas, e mostrando suas correlações.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GERAL

Atuar ativamente na supervisão e execução de atividades práticas e de projetos (simulação) dentro da AguaBrazil, envolvendo áreas como, impressão 3D, usinagem usando cnc, montagem de protótipos, montagem de orçamentos, e análise de viabilidade dos mesmos. Além disso, melhoramento de maquinário visando uma fabricação mais rápida e eficiente.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Fazer aprimoramentos no projeto do aerociclone, facilitando sua fabricação e reprodução;
- Executar atividades de usinagem CNC utilizando código G;
- Realizar e supervisionar a fabricação de componentes projetados.

1.3 ESTRUTURA DO RELÁTÓRIO

O texto está organizado da seguinte forma: Inicialmente uma breve apresentação da empresa. No seção 3 apresenta uma revisão sobre os processos de produção de produtos e protótipos, abordando técnicas como modelagem 3D, impressão 3D e usinagem CNC. Esses processos fundamentam as principais premissas do estágio supervisionado. Na seção 4, são detalhadas as atividades realizadas durante o estágio, incluindo uma descrição minuciosa dos serviços executados. A seção 5 é dedicada às considerações finais, enquanto a seção 6 lista as referências bibliográficas utilizadas.

2 A EMPRESA

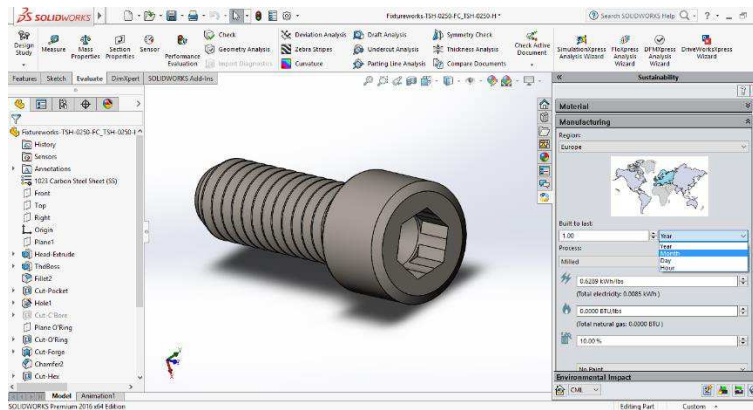
A Aguabrazil Tecnologia e Inovação Ltda (Figura 01), foi fundada em 25 de novembro de 2011, é uma empresa com sede em São Luís no Maranhão. Especializada em serviços de arquitetura e engenharia, a empresa se destaca por seu foco em tecnologias inovadoras relacionadas à gestão e aplicação de águas em diversos contextos. Além das instalações no Maranhão, ela apresenta uma segunda instalação no Citta (Centro de Inovação Telma Araújo) em Campina Grande na Paraíba, tendo como foco dessa segunda instalação o desenvolvimento de projetos e prototipagem. A Aguabrazil se compromete a desenvolver soluções que atendam às necessidades contemporâneas de sustentabilidade e eficiência.

Figura 01 – logo da Aguabrazil



Fonte: adaptado de AGUABRAZIL (2024).

Figura 03 – Interface software Solidworks.



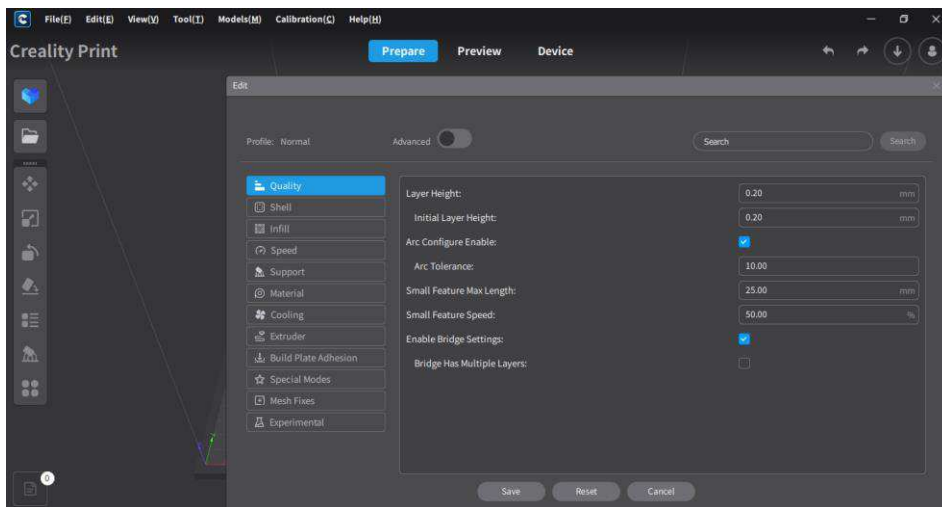
Fonte adaptado de Thompson (2016).

3.2 IMPRESSÃO 3D

A impressão 3D, ou manufatura aditiva, é uma tecnologia que permite a criação de objetos tridimensionais a partir de um arquivo digital (a partir de um arquivo “.stl”). Essa tecnologia funciona adicionando material camada por camada, o que permite uma grande flexibilidade no design de objetos complexos que em alguns casos seriam difíceis de serem fabricados por métodos tradicionais, necessitando de muitos outros processos periféricos.

O método mais usado é o FDM (*Fused Deposition Modeling*) que é resumidamente a deposição de material fundido, sendo este aquecido e extrudado camada á camada, até gerar o objeto que se deseja (MOHAMED, 2015; RAJAN, 2022). Para a máquina de impressão 3D depositar adequadamente esse material é necessário ter um software de fatiamento adequando, pois é este que vai gerar o código de movimentação do cabeçote de impressão. O modelo usado pela empresa (Aguabrazil) é uma máquina da marca Creality, que tem software próprio de fatiamento, sendo este o Creality Print, como pode ser visto na Figura 04.

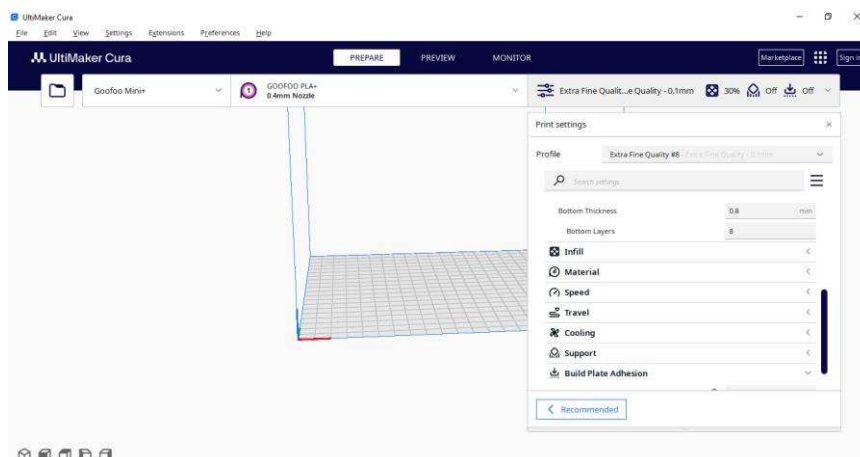
Figura 04 – Interface e funções software Creality Print.



Fonte: Autoria própria

O software Creality Print tem as configurações necessárias para a produção de peças de acordo com a necessidade de esforço, podendo variar parâmetros como material, temperatura de extrusão, preenchimento e velocidade de movimentação. Além do Creality também foi utilizado o Ultimaker Cura, como apresentado na Figura 05, que também faz fatiamento, mas permite uma maior variedade em configurações, além de poder gerar Gcodes que possam ser utilizados em diversas máquinas de impressão 3D, pois o mesmo é gratuito e de código aberto.

Figura 05 – Interface e funções software Utimaker Cura.



Fonte: Autoria própria

3.3 USINAGEM CNC

A usinagem CNC (Controle Numérico Computadorizado) é um processo de fabricação, no qual os softwares de computador controlam o movimento de ferramentas e máquinas em uma fábrica ou indústrias (FITZPATRICK, 2005; SMID, 2003). Alguns dos exemplos desses softwares são o Aspire Trial e Inventor CAM. Estas tecnologias evoluíram dos sistemas de controle numérico, que utilizavam cartões perfurados, para os modernos sistemas CNC que utilizam softwares avançados para aumentar a precisão e a eficiência.

O processo de usinagem CNC geralmente é iniciado com o desenho de um modelo em CAD. Este modelo é então convertido em um programa CNC, na forma de código G, que por meio dela faz a extrusão na máquina CNC sobre como fabricar a peça. A máquina executa essas instruções para cortar e moldar o material na forma programada. As máquinas CNC podem trabalhar com uma variedade de materiais, incluindo metais, plásticos, madeira, entre outras (FITZPATRICK, 2005; SMID, 2003).

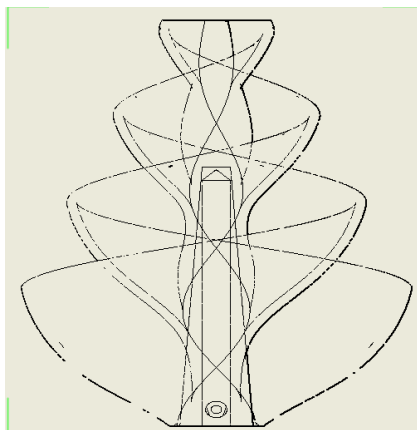
4 ATIVIDADE DESENVOLVIDAS

Entre as atividades desenvolvidas destacam-se o contínuo aprimoramento de projetos em CAD, visando a fabricação subsequente por meio de processos de usinagem CNC e impressão 3D (através do método FDM). Essas ações são fundamentais para avaliar as divergências entre os modelos gerados computacionalmente e suas correspondentes físicas, especialmente porque, no caso da impressão 3D, foram observadas recorrentes contrações térmicas que impactaram as dimensões finais das peças.

4.1 ATIVIDADE 1: APRIMORAMENTO AEROCICLONE

O primeiro projeto desenvolvido envolveu a modelagem e conversão de um arquivo em formato 2D para um arquivo 3D editável, especificamente em formato .ipt (prolongação do Autodesk Inventor), uma vez que era necessário fazer alterações na parte inferior para acoplar um motor elétrico. Utilizando as capacidades do Solidworks, foi possível gerar uma malha superficial detalhada e converter parcialmente a maior parte da geometria crucial, como apresentado na Figura 06.

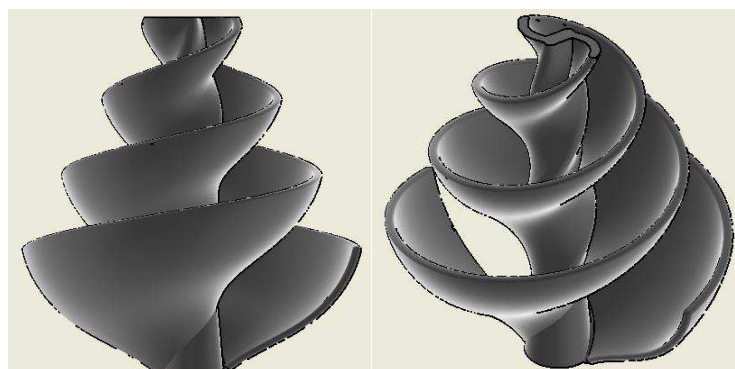
Figura 06 – Aerociclone em 2d.



Fonte: Autorial própria

Com conhecimento da função de geração de malha em arquivos .dwg pertencente ao Solidwork foi possível fazer a geração de uma malha superficial onde se tinha maiores detalhes e então com o processamento foi possível converter a parte da geometria importante, conforme Figura 07.

Figura 07 – Modelo 3D Gerado no Solidworks. a) vista frontal, b) vista isometrica.



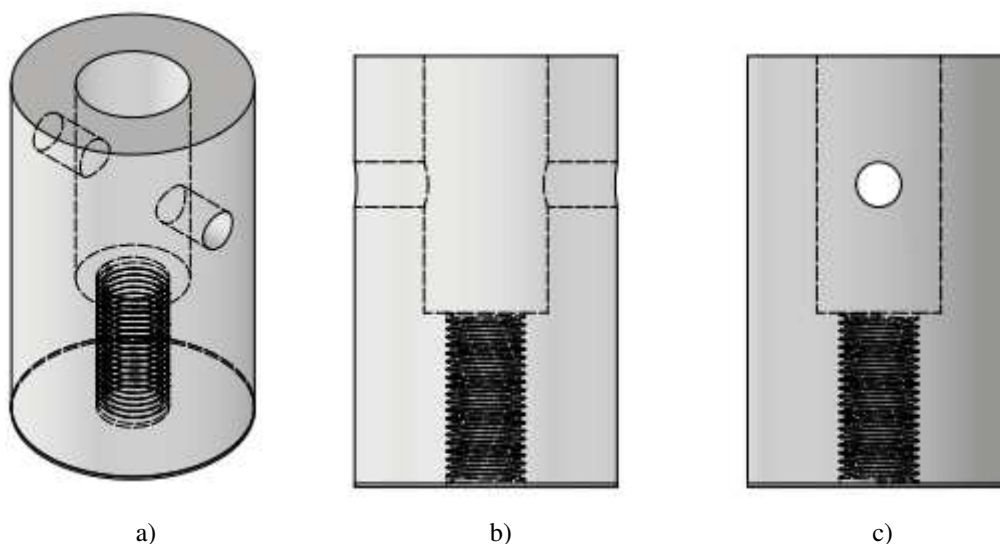
a)

b)

Fonte: Autoria própria

Ainda assim, foi necessário confeccionar a parte do acoplamento. Para isso, elaborou-se um plano inferior que permitiu desenhar na malha já existente, apesar do alto consumo de recursos computacionais. Em seguida, criou-se um sólido editável, buscando otimizar o encaixe e a fabricação. Após várias ideias, decidiu-se por de uma luva de encaixe que oferecesse um custo reduzido e facilidade de fabricação, conforme ilustrado na Figura 08.

Figura 08 – Modelo 3D Luva de Acoplamento. a) vista isometrica, b) vista frontal, c) vista lateral.



a)

b)

c)

Fonte: Autoria própria.

Após adequar ambos os componentes, realizou-se a montagem de um conjunto que integra o rotor e a luva de acoplamento no motor, conforme ilustrado na figura 09.

Figura 09 – Conjunto rotor e luva.



Fonte: Autoria própria.

Com o projeto já encaminhado se necessitava avaliar as dimensões, pois o nosso método de fabricação para esse componente é impressão 3D pelo sistema FDM, no qual variações de temperatura geram variações nas dimensões, e como se tem necessidade um ajuste deslizante de modo a ter um encaixe com ótima precisão, foi feita uma sequência de teste com diferentes configurações de modo a avaliar isso, que fica claro na Figura 10, para evitar desperdício de material apenas a luva foi impressa em diferentes configurações.

Figura 10 – Teste de impressão Luva. a) testes impressos, b) avaliação de medidas.



a)

b)

Fonte: Autoria própria.

Sabendo que o encaixe no eixo está nas dimensões adequadas, agora faltava ver a parte roscada como tal se comportava em diferentes configurações, com isso também foi feito diferentes teste dessa parte, com 3 formatos base , como apresentado na Figura 11, avaliando o encaixe e variação de acordo com a espessura da parte externa,

e foi notado que temos uma variação de cerca de 1,5 % nas dimensões de acordo com a temperatura de operação.

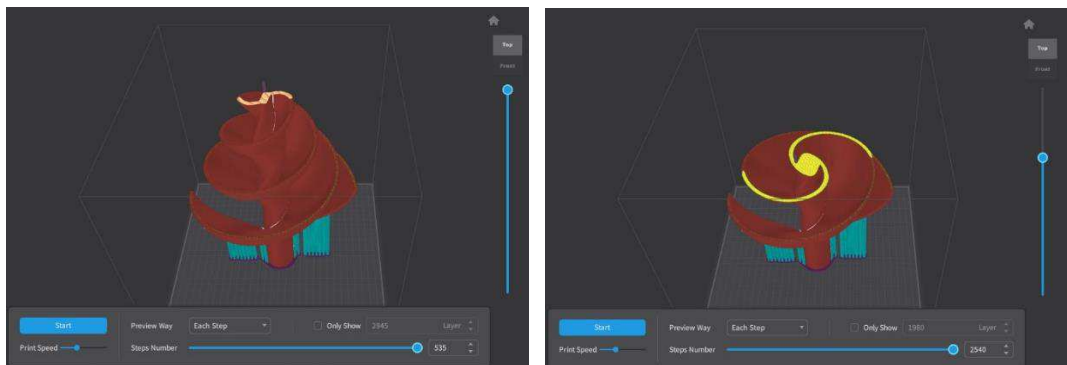
Figura 11 – Teste de impressão elementos roscados.



Fonte: Autoria própria.

Com todas as medidas ajustadas, agora poderíamos fazer a configuração final no software Creality Print da peça completa para um melhor aproveitamento geral, conforme a Figura 12. Tendo configurações de preenchimento e geração de suporte visando economia e resistência na peça final, tendo cuidados devido ao tipo de funcionalidade do componente.

Figura 12 – Simulação de impressão aerociclone. a) todas as camadas de impressão, b) camadas intermediárias.



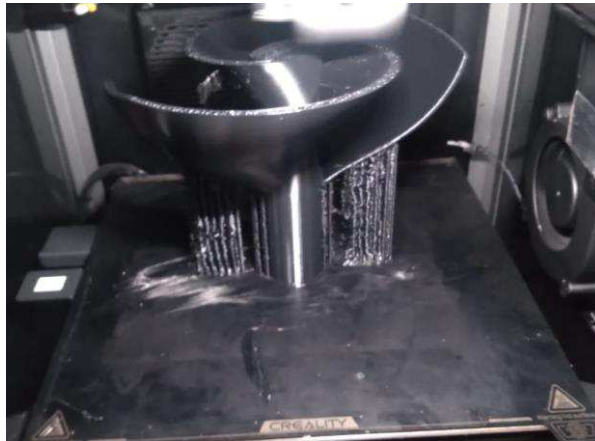
a)

b)

Fonte: Autoria própria.

Durante a fabricação do aerociclone a impressão 3d seguiu os padrões prestabelecidos no software, sem intercorrências (Figura 13), não ocorreu descolamento nem deslizamento das camadas, coisa que em uma produção em quantidades podem ocorrer, mas em pequena proporção.

Figura 13 – Impressão 3D do aerociclone.



Fonte: A autoria própria.

Gerando assim uma peças que se encaixou perfeitamente e está em funcionamento acoplado ao motor , como apresentado na Figura 14.

Figura 14 – Aerocilone Acoplado no motor elétrico.



Fonte: A autoria própria.

4.2 ATIVIDADE 2 : SERVIÇOS DE IMPRESSÃO 3D

Além dos serviços direcionados diretamente para o aerociclone também foi desenvolvidos diversos serviços com o sistema de impressão 3D, como desenvolvimento de engrenagens e suportes, sendo estes periféricos para sistemas auxiliares de movimentação do aerociclone.

4.2.1. ENGRENAGENS E ACOMPLAMENTOS

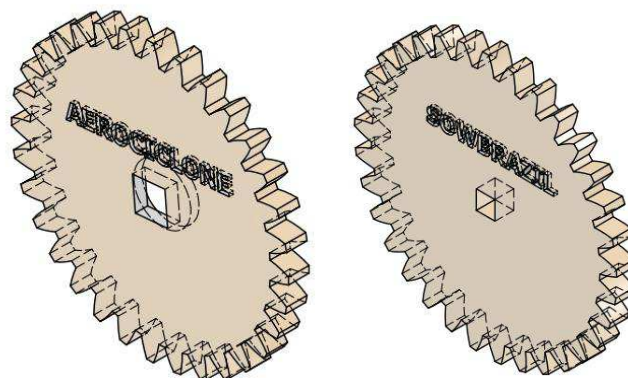
A fabricação de engrenagens por meio de impressão 3D provou ser um processo

eficaz e rápido, adequando-se perfeitamente às necessidades de produção, visto que a maioria dos materiais utilizados pela empresa são plásticos.

As engrenagens foram dimensionadas de modo que uma engrenagem acoplada a o motor de passo possa fazer a movimentação de outras três engrenagens, com uma velocidade de rotação próxima. Além disso, o espaço disponível para a fixação dessas engrenagens já se encontrava prestabelecido.

A impressão 3D não apenas acelera significativamente o tempo de fabricação, como também atende satisfatoriamente aos requisitos de resistência e esforço exigidos pelas aplicações. Além de permitir uma maior flexibilidade no design e na prototipagem instantanea, oferecendo soluções ágeis e precisas. Como exemplo dessas fabricação temos as engrenagens da Figura 15, que se encontravam apenas em um desenho 2D e foram desenhados em arquivos cad.

Figura 15 – Engrenagens desenvolvida Cad.



Fonte: Autoria própria.

Os arquivos foram então convertidos para o formato .stl, permitindo que fossem interpretados pelo software da Creality. Diversas configurações foram geradas e testadas, resultando na seleção de uma configuração que se mostrou mais adequada para produção em larga escala, conforme apresentado na Figura 16.

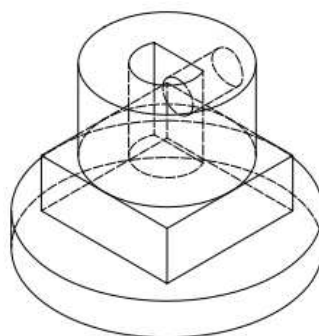
Figura 16 – Engrenagens produzidas por impressão 3D.



Fonte: Autoria própria

Em conjunto com as engrenagens foi feito um sistema de acoplamento facilmente trocável (Figura 17), entre a engrenagem e o motor de passo que geraria a rotação.

Figura 17 – Acoplamento engrenagem em cad.



Fonte: Autoria própria

Com as dimensões das engrenagens, foi necessário fazer ajustes no acoplamento, então foram realizados uma série de testes consecutivos para garantir a folga e as dimensões adequadas, conforme ilustrado na figura a seguir.

Figura 18 – Testes de impressão Acoplamento engrenagem.



Fonte: Autoria própria

Com o processo e as medidas bem definidos foi possível fazer a montagem adequadamente conforme a seguinte imagem.

Figura 19 – conjunto engrenagem montado.

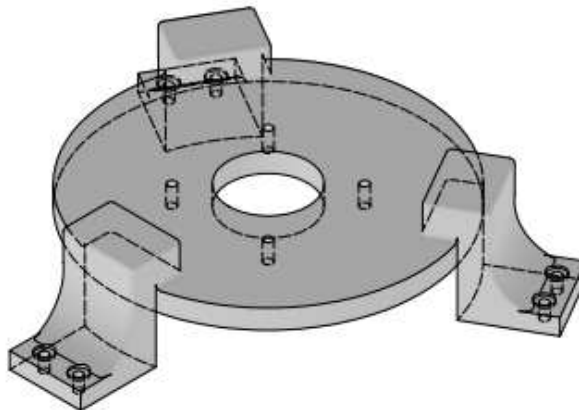


Fonte: Autoria própria

4.2.2 SUPORTE DO MOTOR DE PASSO.

Outro serviço totalmente desenvolvido para a produção em impressão 3D, foi o suporte para um motor de passo o qual anteriormente foi acoplado a engrenagem. Esse suporte tinha como função fazer a interligação entre o sistema de movimentação do motor de passo e engrenagem com uma base já existente. A ideia inicial de projeto seguiu conforme a Figura 20.

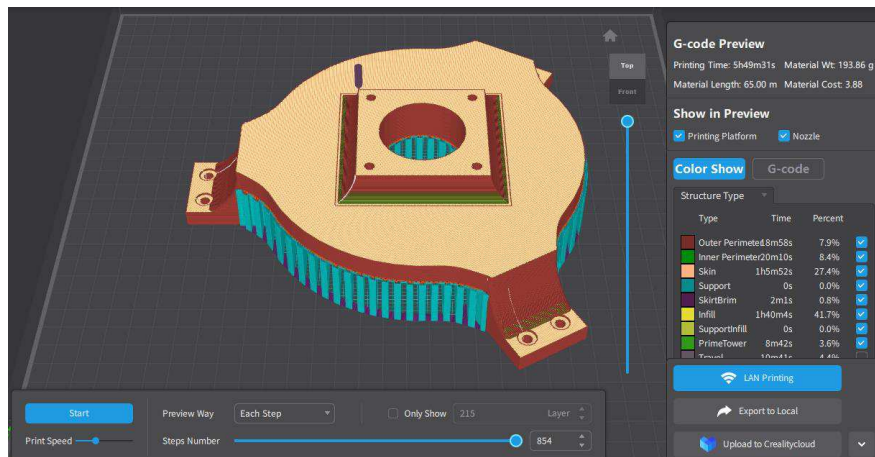
Figura 20 – ideia inicial suporte motor.



Fonte: Autoria própria

Ao analisar esse modelo, observou-se a possibilidade de fazer alterações para reforçar certas áreas enquanto se reduzia material em outras. No entanto, após essas modificações, o modelo resultante no software de impressão exigiu uma quantidade excessiva de suportes, devido aos apoios, como demonstrado na Figura 21, levando a um consumo desnecessário de material.

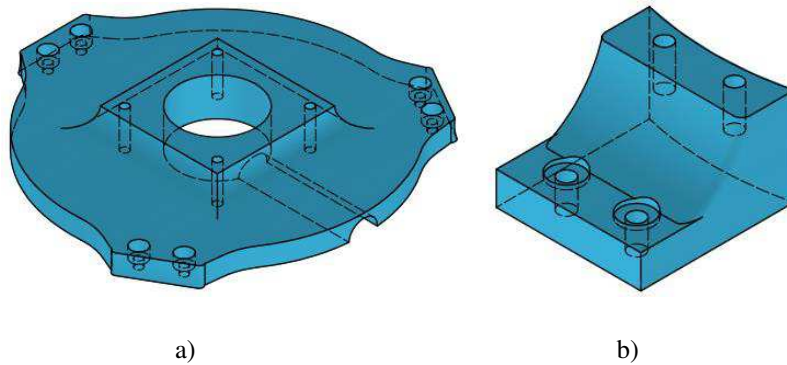
Figura 21 – Simulação de Impressão segundo prototipo.



Fonte: Autoria própria

Então foi feita uma alteração visando a eliminação de suporte, podendo as uniões serem feitas por meio de parafusos, ficando os componente com melhor acabamento, pois a utilização de suportes se tornou desnecessaria, conforme a Figura 22.

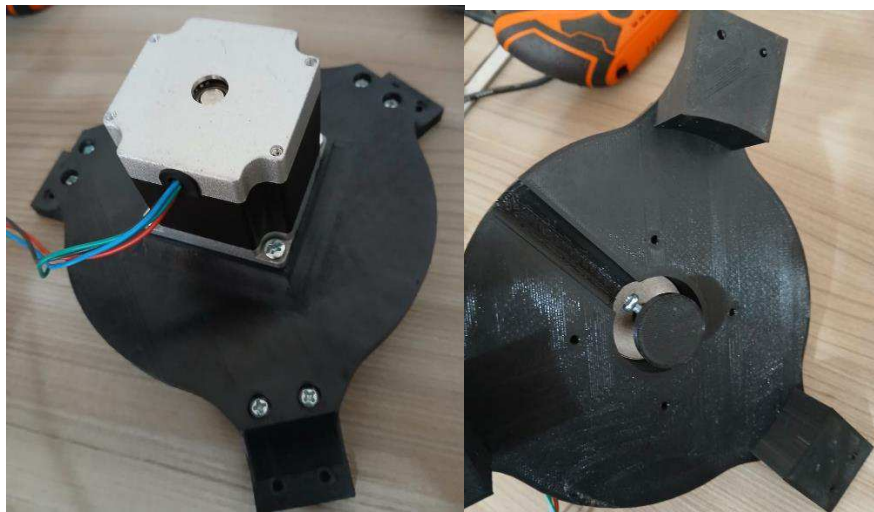
Figura 22 – Modelo 3D já aprimorado do Suporte do motor de passo. a) placa superior, b) apoios da placa



Fonte: Autoria própria

Dessa forma, obteve-se um resultado satisfatório, eliminando a necessidade de suportes durante a fabricação e aumentando a agilidade do processo, conforme ilustrado na figura 23.

Figura 23 – Apoio motor de passo pronto e montado .a) vista superior, b) vista inferior



a)

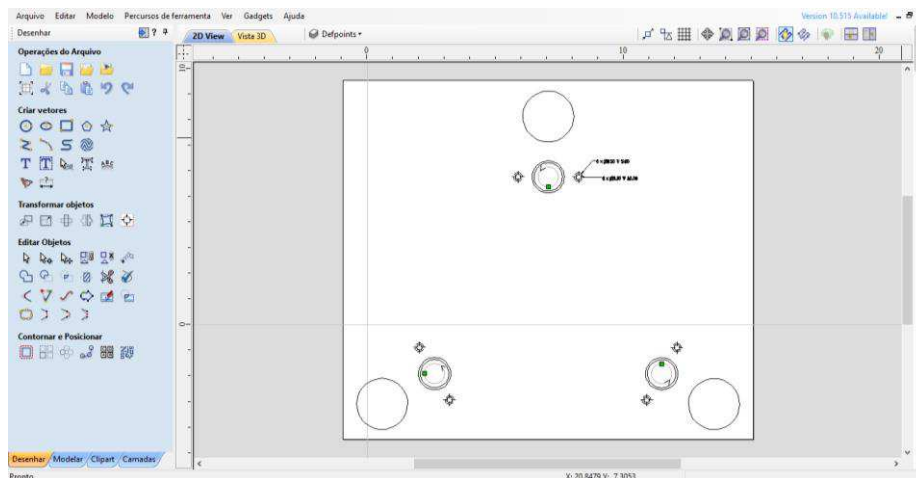
b)

Fonte: Autoria própria

4.3 ATIVIDADE 3: SERVIÇOS NA CNC

Nos serviços na CNC o primeiro tópico foi entender como os softwares funcionavam e a interligação entre ambos, sendo eles o Aspire trial e Mach3. O Aspire é utilizado para converter os desenhos técnicos em vetores editáveis (Figura 24) de modo a indicar os caminhos que as ferramentas de usinagem podem operar para chegar no resultado esperado.

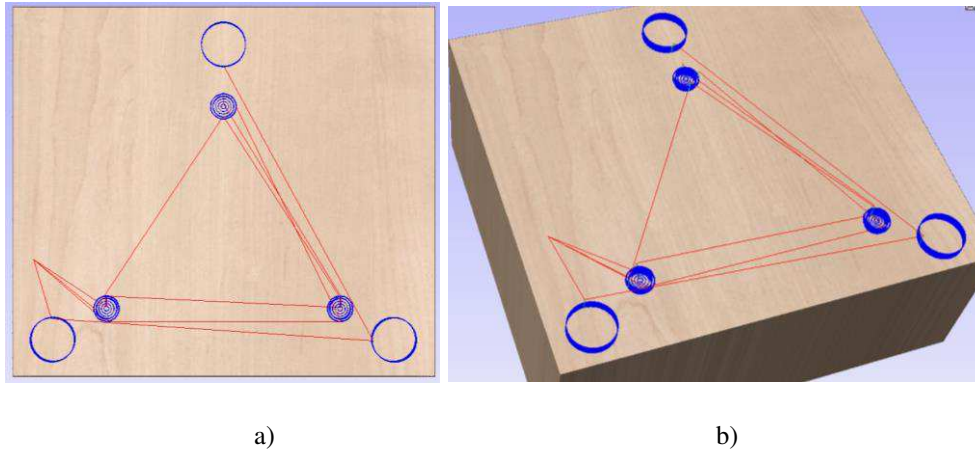
Figura 24 – Interface do software Aspire Trial



Fonte: Autoria própria

Com os vetores delimitados e o ponto de referência do zero especificado, é feita a configuração do tipo de ferramenta e seu diâmetro de ataque, e após escolhesse o tipo de percurso de usinagem mais adequado, gerando assim uma simulação conforme se pode ver na Figura 25.

Figura 25 – Simulação de percurso aspire. a) vista frontal, b) vista angulada.



Fonte: Autoria própria

Após notar que a simulação está adequada, foi possível dar um comando para ser gerado o gcode correspondente. Para o caso representando na Figura 25 temos a parte inicial do gcode gerado, apresentado na Figura 26.

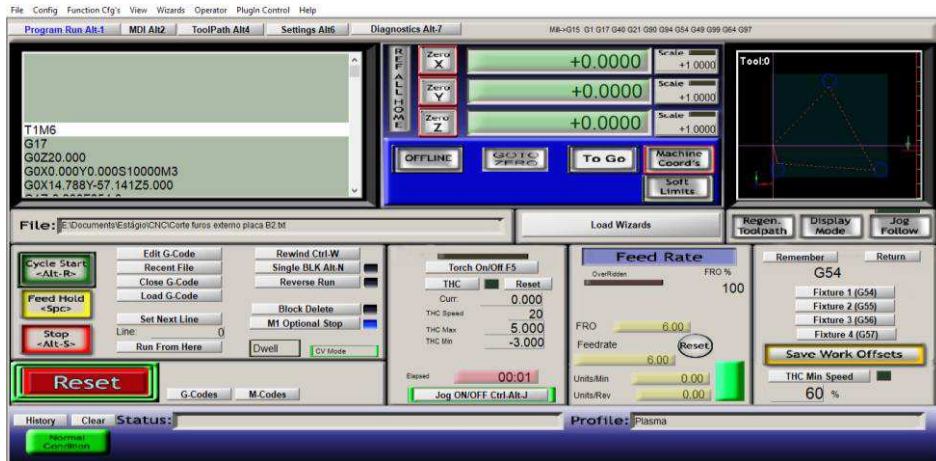
Figura 26 – Início do Gcode gerado com a figura 24.

```
T1M6
G17
G0Z20.000
G0X0.000Y0.000S10000M3
G0X14.788Y-57.141Z5.000
G1Z-0.200F254.0
G1X14.415Y-57.144F889.0
X14.040Y-57.154
X13.663Y-57.170
X13.284Y-57.194
X12.902Y-57.224
X12.519Y-57.262
X12.133Y-57.306
X11.747Y-57.358
X11.359Y-57.418
X10.969Y-57.485
X10.579Y-57.560
X10.188Y-57.642
X9.797Y-57.733
X9.405Y-57.831
X9.013Y-57.938
X8.622Y-58.052
X8.231Y-58.175
X7.840Y-58.305
X7.450Y-58.444
X7.062Y-58.591
X6.674Y-58.746
```

Fonte: Autoria própria

Com esse arquivo Gcode completo podemos iniciar a utilização do software mach3 (Figura 27), e carregar esse código, fazendo pequenos ajustes no percentual de movimentação e rotação da ferramenta, além de fazer um teste manual de movimentação para evitar colisões.

Figura 27 – Interface Mach3 com código aberto



Fonte: Autoria própria

Com isso, foi possível iniciar o corte da peça desejada, conforme ilustrado na Figura 28.

Figura 28 – CNC em operação



Fonte: Autoria própria

Resultando em uma chapa cortada conforme esperado, como podemos ver na Figura 29.

Figura 29 – Peça Usinada



Fonte: Autoria própria

Esse exemplo mostrado foi apenas uma das várias usinagens e modelos de corte feitos com a máquina CNC sempre visando o aprimoramento do seu uso.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estágio foi importante para destacar a importância dos conceitos e aplicações aprendidos na graduação para a formação profissional, transformando em práticas aplicáveis. Durante o período de estágio, houve crescimento na aplicação prática em áreas como projeto, usinagem e manufatura aditiva, incluindo a produção de protótipos, o que abrangeu vários aspectos da cadeia para a produção de um produto, vindo desde o projeto até a produção consolidada do último protótipo com todas as adequações necessárias, mostrando a vasta aplicação da Engenharia Mecânica.

Durante o período de vigência do estágio foi buscado aplicar os conhecimentos visando geração de produtos que poderiam ser replicados comercialmente com um bom custo e a resistência necessária, com uma visão do que se estava fazendo no mercado e quais inovações estavam surgindo.

Ao longo do estágio, foram integradas teorias e práticas de diversas disciplinas cursadas na graduação, como Desenho Técnico E Desenho de Máquinas, sendo esses conhecimentos os fundamentais para a geração de projetos feitos computacionalmente, por meio da modelagem e posterior processamento nos diversos softwares com Aspire Trial e Creality Print. Além disso, a Disciplina Processos de Usinagem se mostrou fundamental para o entendimento e aplicação de processos de fresagem, que envolvem os princípios básicos do corte, e manuseio de tais ferramentas. Assim, a experiência do estágio reafirmou a relevância dos conhecimentos adquiridos nas disciplinas mencionadas.

6 REFERÊNCIAS

FITZPATRICK, Michael; SMITH, Keith. Machining and CNC technology. New York: McGraw-Hill, 2005.

L3SOFTWARE. Autodesk Inventor: como funciona este poderoso software de modelagem 3D? Disponível em: <https://lspot.com.br/blog/software/autodesk-inventor-como-funciona-este-poderoso-software-de-modelagem-3D/>. Acesso em: 06/04/2024.

THOMPSON, Joan. SOLIDWORKS Sustainability: Why Engineers Need LCA Software. Engineers Rule, 12 set. 2016. Disponível em: <https://www.engineersrule.com/solidworks-sustainability-engineers-need-lca-software/>. Acesso em: 27/04/2024.

MOHAMED, Omar A.; MASOOD, Syed H.; BHOWMIK, Jahar L. Optimization of fused deposition modeling process parameters: a review of current research and future prospects. Advances in manufacturing, v. 3, p. 42-53, 2015.

RAJAN, Kumaresan et al. Fused deposition modeling: process, materials, parameters, properties, and applications. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, v. 120, n. 3, p. 1531-1570, 2022.

SMID, Peter. CNC programming handbook: a comprehensive guide to practical CNC programming. Industrial Press Inc., 2003.