

# Processo Seletivo Extraordinário

Luis Eduardo C. M. de Lima

2022-01



Brasília  
22 de setembro de 2022

## **Autor:**

**Luis Eduardo Castro Mendes de Lima**  
**221008285**

## **Resumo:**

Tendo em vista a necessidade da Equipe de Robótica Área (EDRA) da Universidade de Brasília (UnB) e o interesse do estudante de engenharia Luis Eduardo Castro Mendes de Lima foi proposto um processo seletivo extraordinário. Este procedimento de seleção visa avaliar o aluno para possivelmente o mesmo ingressar na equipe de competição e capacitar o aluno em sua área de interesse, manufatura aditiva para a indústria aeroespacial.

Desse modo foi solicitado ao aluno em estágio de trainee realizasse um documento por escrito com os seguintes conteúdos:

Um manual de uso para impressoras 3D, explicando desde da concepção da peça até os processos necessários para a impressão.

Um estudo teórico sobre filamentos para impressão 3D, a análise das propriedades mecânicas e químicas dos materiais utilizados para a manufatura aditiva.

Um relatório sobre as áreas da EDRA e suas interligações.

# Sumário

<b>1</b>	<b>Manual Prático</b>	<b>3</b>
1.1	Introdução ao Manual . . . . .	3
1.2	Onde tudo começa . . . . .	3
1.3	A peça perfeita . . . . .	3
1.4	Funcionamento de uma impressora 3D . . . . .	4
1.5	Softwares necessários . . . . .	4
1.5.1	Fusion 360 . . . . .	5
1.5.2	Ultimaker Cura . . . . .	5
1.6	Processo do CAD . . . . .	6
1.6.1	Boas práticas dentro do CAD . . . . .	6
1.7	Qual arquivo usar para a impressao? . . . . .	7
1.7.1	Salvando em .STL no Fusion 360 . . . . .	8
1.8	Escolha do material . . . . .	8
1.9	Escolha da impressora 3D . . . . .	9
1.10	Configurando o Cura . . . . .	10
1.10.1	Escolhendo a impressora . . . . .	11
1.10.2	Abrindo arquivos . . . . .	11
1.10.3	Escolhendo o material e diâmetxro de bico . . . . .	11
1.10.4	Configurando parâmetros . . . . .	11
1.10.5	Salvando o gcode . . . . .	14
1.11	Imprimindo . . . . .	14
<b>2</b>	<b>Estudo teórico de filamentos para impressão 3D</b>	<b>15</b>
2.1	Contextualização . . . . .	15
2.2	impressão 3D de drones . . . . .	15
2.3	Os clássicos . . . . .	15
2.3.1	Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) . . . . .	16
2.3.2	Poli Estireno Tereftalato com Glicol(PETG) . . . . .	16
2.4	Os novos 4 . . . . .	17
2.5	PetG com Adicional de Fibras de Carbono . . . . .	17
2.6	Termoplástico Poliuretano(TPU) . . . . .	17
2.7	Poliácido de metileno-acetal(POM) . . . . .	18
2.8	Nylon . . . . .	18
<b>3</b>	<b>Relatório sobre as Áreas da Edra</b>	<b>20</b>
3.1	Design Estrutural . . . . .	20
3.2	Aerodinâmica e propulsão . . . . .	20
3.3	Eletro - software . . . . .	21
3.4	Controle e Estabilidade . . . . .	21
3.5	Integração entre as Áreas . . . . .	21

# 1 Manual Prático

:

## 1.1 Introdução ao Manual

É importante ressaltar que:

Este manual tem caráter prático, dessa forma, não teremos aprofundamento teórico sobre os temas tratados.

Partimos do pressuposto que a impressora está pronta para uso, isto é, devidamente montada e calibrada.

Trataremos apenas de impressoras do estilo de produção por fundição por deposição de material(FDM).

Neste Manual usaremos os Softwares mais comumente utilizados no meio da impressão 3D, o Fusion 360 para a modelagem e o Ultimaker Cura para o fatiamento da peça.

Não será ensinado a modelar peças do zero, serão apenas ressaltadas mudanças em CAD que otimizam o processo de impressão 3D.

## 1.2 Onde tudo começa

:

Antes de começarmos a produzir algo precisamos nos questionar sobre a finalidade daquilo que iremos produzir, tudo possui uma finalidade, um conceito, uma função, seja estética, de acabamento, estrutural, de praticidade, otimização de processo, entre outros exemplos...

**”O fim da peça dita o começo”**

## 1.3 A peça perfeita

Todos nós estamos à procura da peça perfeita, a peça mais resistente, mais leve, mais bonita, mais produzível, mais barata, entretanto é importante sabermos que esta peça não existe! Bom, não existe como normalmente pensamos, algo que atenda tudo e todos, a peça perfeita que realmente existe é a peça que atende a sua finalidade da melhor maneira possível!

## 1.4 Funcionamento de uma impressora 3D

Para melhor experiência de uso de um equipamento é necessário entender a maneira que o mesmo funciona.

Simplificando ao máximo, uma impressora 3D atua de forma similar à uma pistola de cola quente que deposita cola sob cola com finalidade de criar um objeto 3D.

Em suma, uma impressora 3D é uma extrusora (“pistola de cola quente”) controlada numericamente por computador em torno dos eixos x,y e z. A cabeça de extrusão percorre uma trajetória pré determinada em software enquanto o bico aquecido deposita material derretido, produzindo através de sobposição de camadas, objetos 3D.

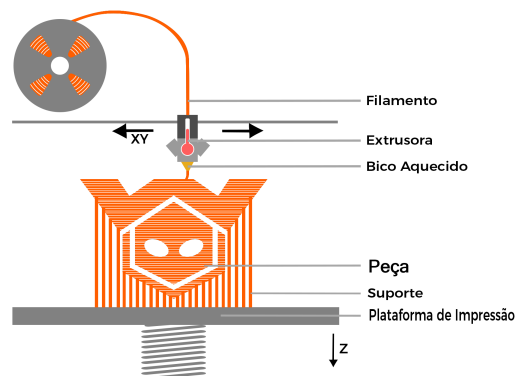


Figura 1: Esquemático do funcionamento de uma impressora 3D

## 1.5 Softwares necessários

:

Para realizar todo o processo de impressão de uma peça em 3D, é necessário o uso de um software para a modelagem 3D e um para o fatiamento do modelo 3D.

O processo de fatiamento consiste em dividir uma peça em diversas camadas de mesma altura, possibilitando a impressão da mesma.

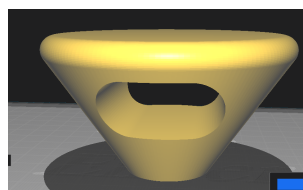


Figura 2: Peça pré fatiamento

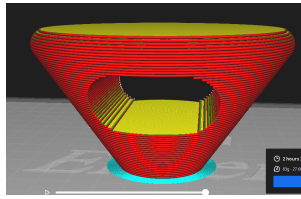


Figura 3: Peça pós fatiamento

Neste Manual usaremos os programas mais utilizados entre os usuários de impressoras 3D. O fusion 360 para modelagem e o Ultimaker Cura para o fatiamento.

### 1.5.1 Fusion 360

O fusion 360 é um software de modelagem 3D paramétrica e orgânica criado pela Autodesk, com ele é possível criar projetos extremamente complexos e peças simples.

Possui licença de uso estudantil e de uso Hobbista.

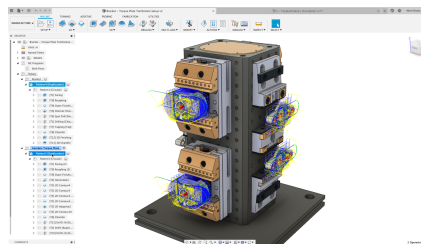


Figura 4: Exemplo de projeto criado no Fusion 360

Para realizar o download do mesmo basta acessar o link abaixo:

<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/free-trial>

### 1.5.2 Ultimaker Cura

:

Ultimaker Cura é o software fatiador mais usado do mundo, desenvolvido pela Ultimaker\*, com intuito de disseminar a impressão 3D para o público menos técnico, sendo assim, o fatiador mais simples de ser utilizado.

É possível fazer download oficialmente do mesmo através do link:

<https://ultimaker.com/software/ultimaker-cura>

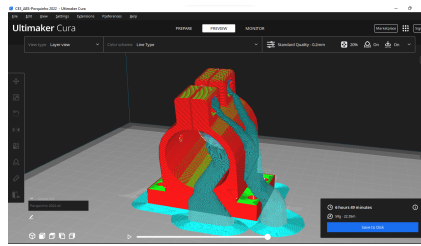


Figura 5: Exemplo de peça fatiada pelo Cura

\*Ultimaker é uma empresa americana dominante no mercado de impressão 3D.

## 1.6 Processo do CAD

O processo de criação do modelo 3D é similar aos processo tradicional, entretanto, visando a otimização da impressão 3D é necessário tomar alguns cuidados ao se realizar o CAD.

### 1.6.1 Boas práticas dentro do CAD

**Dimensionar as estruturas da peça no eixo Z com base em múltiplos da altura de camada**

A altura de camada, como o próprio nome já diz, é a altura de uma camada de material depositada, é necessário que o comprimento no eixo Z da peça seja um múltiplo da altura de camada, caso a divisão entre ambos não seja de resto zero, esta última camada, o resto da divisão, não será depositada, criando assim, uma peça com fuga na dimensão original.

Por exemplo, se criarmos uma peça com 21,3 mm de altura e usarmos uma altura de camada de 0.2 mm, seria necessário 106.5 ( $21.3 \div 0.2 = 106.5$ ) camadas para imprimir por completo a peça, entretanto seriam contabilizadas somente 106 camadas, ficando assim com uma altura de 21,2 mm. ( $106 \times 0.2 = 21,2$ )

**Dimensionar as estruturas da peça nos eixos x e y com base em múltiplos do diâmetro do bico**

Exatamente como ocorre no eixo Z, a divisão entre a largura nos eixos x e y e o diâmetro do bico da extrusora, deve ser de resto zero, caso contrário, a camada restante da divisão não será realizada e o objeto terá fuga dimensional.

Por padrão as impressoras de mesa de impressão ate 33x33 cms usam bico de diâmetro 0.4 mm, em caso de duvida, realize a inspeção visual do componente.

O software fatiador tenta virtualmente compensar camadas de valores "quebrados", entretanto não possui total eficiência.

### **Trabalhar com ângulos menores de 55 graus**

É intrínseco do processo de impressão 3D que as camadas superiores tenham camadas inferiores para se apoiarem, seguindo essa logica, apenas conseguiríamos imprimir peças sem angulatura alguma, entretanto, é possível sobpocionar camadas de forma a extremidade da camada superior não tenha contato com a inferior, criando assim, ângulos. Essa técnica funciona com ate um angulo limite, o dito, OverHang.

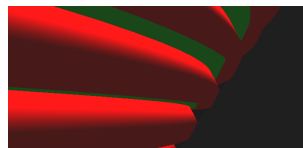


Figura 6: Camadas com angulatura

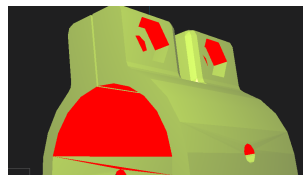


Figura 7: OverHang - Partes em vermelho

**O Overhang depende de cada maquinario, mas em geral está entre 50 e 60 graus.**

Desse modo, é aconselhado que no processo de CAD trabalhe apenas com ângulos menores que 60 graus

Algumas geometrias são apenas possíveis de imprimir com o auxilio de suportes, que são, estruturas criadas durante o processo de impressão com o único intuito de apoiar as partes da peça original que não teriam camadas inferiores para apoio, este tópico será melhor abordado nos parâmetros de impressao.

## **1.7 Qual arquivo usar para a impressao?**

Devido ao sistema de movimentação cartesiano, não é possível realizar uma curva em sua real totalidade, desse modo, para imprimir peças com curvaturas, é necessário subdividi-la em



diversas retas.

## Todo circulo é um polígono de N lados

Para imprimir um modelo 3D é necessário converte-lo em uma malha poligonal, o formato .stl ,que significa Standard Triangle Language, no português, linguagem universal dos triângulos.

### 1.7.1 Salvando em .STL no Fusion 360

Em geral, os softwares de modelagem 3D já possuem o fomarto .stl em sua aba de:

”Salvar como”ou ”Exportar”

O Fusion 360 possui uma aba exclusiva com essa finalidade.

Basta clicar em FILE — 3D PRITNG — Selecionar o objeto que deseja — OK

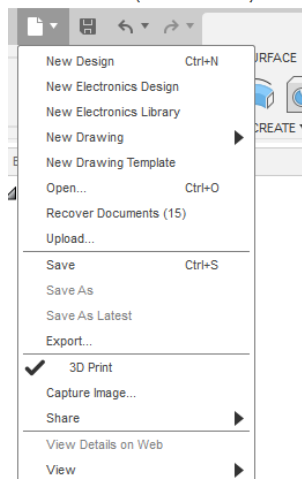


Figura 8: FILE — 3D priting

## 1.8 Escolha do material

Existem diversos tipos de materias para impressao 3D, entretanto os 3 principais sao:

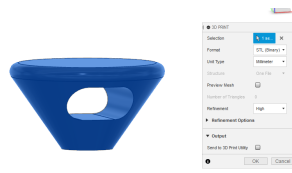


Figura 9: Selecionar o objeto –> Ok

PLA - Maior facilidade de impressão, menor temperatura de fusão, cerca de 100 reais o KG, baixa resistência a raios UVs, propriedades mecânicas e químicas satisfatórias.

ABS - Maior dificuldade de impressão(requer impressora fechada), temperatura de impressão elevada, cerca de 90 reais o quilo, relativa resistência a raios UVs, propriedades mecânicas e químicas boas, facilidade em acabamento pós impressão (lixa, polir...)

PETG - relativa facilidade de impressão, temperatura de impressão alta, cerca de 130 reais o quilo, boa resistência a raios UVs, propriedades mecânicas e químicas ótimas, relativa facilidade para acabamento pós impressão.

## 1.9 Escolha da impressora 3D

Escolher uma impressora 3D depende basicamente de dois fatores:

o material a ser utilizado e o tamanho da peça.

Alguns materiais possuem uma maior complexidade de impressão, como por exemplo o ABS, que possui uma contração muito alta, por isso, é recomendável impressoras com ambiente de impressão fechado. Policarbonato, PC, por exemplo, possui temperatura de extrusão mais elevadas, sendo necessário impressoras com alta capacidade de aquecimento da extrusora.

Outro fator decisivo, é o volume de impressão, caso a peça seja maior que a área de impressão, não será possível produzi-la no maquinário

Desse modo fica evidente que a capacidade volumétrica de impressão do seu maquinário deve ser compatível com o tamanho das peças que deseja manufaturar.

Entretanto é importante ressaltar que:

**A melhor ferramenta é aquela que nos temos**

Exemplo de impressora com ambiente de impressão Aberto:



Figura 10: Impressora Ender 3

Exemplo de impressora com alta capacidade de aquecimento da extrusora:



Figura 11: Impressora Makerbot Replicator

Exemplo de impressora com ambiente de impressão fechado:



Figura 12: Impressora Cr-200 B

## 1.10 Configurando o Cura

Para as configurações iniciais, clicamos no ícone escrito "PREPARE" no canto superior direito, através dele escolhemos a impressão, o material e alteramos os parâmetros, caso necessário.

[h!]

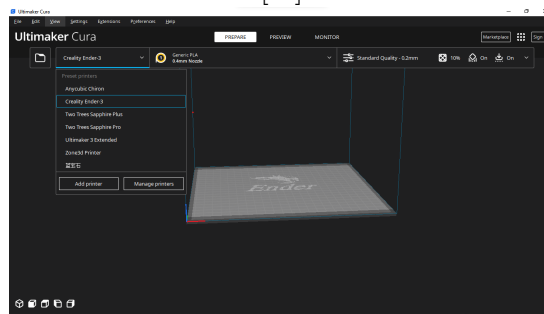


Figura 13: Interface inicial do cura

### 1.10.1 Escolhendo a impressora

No cura possuímos perfis de impressoras criados pela fabricantes da mesma, esses perfis são basicamente o conjunto de parâmetros ideais para a impressão naquele maquinário.

### 1.10.2 Abrindo arquivos

É possível abrir um ou mais arquivos através ícone em formato de pasta, o primeiro da esquerda para a direita.

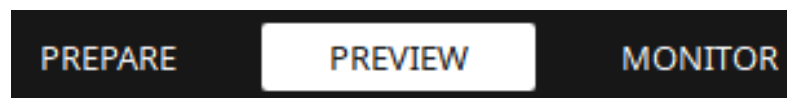


Figura 14: Abas secundarias do cura



Figura 15: Abas secundarias do cura

### 1.10.3 Escolhendo o material e diâmetxro de bico

Na figura 15, na segunda fileira é possível ver o local responsável pela escolha do material e o diâmetro do bico.

### 1.10.4 Configurando parâmetros

A terceira coluna da figura 15 diz respeito aos parâmetros de impressão, é possível alterar manualmente qualquer parâmetro que deseje, entretanto focaremos apenas nos mais importantes.

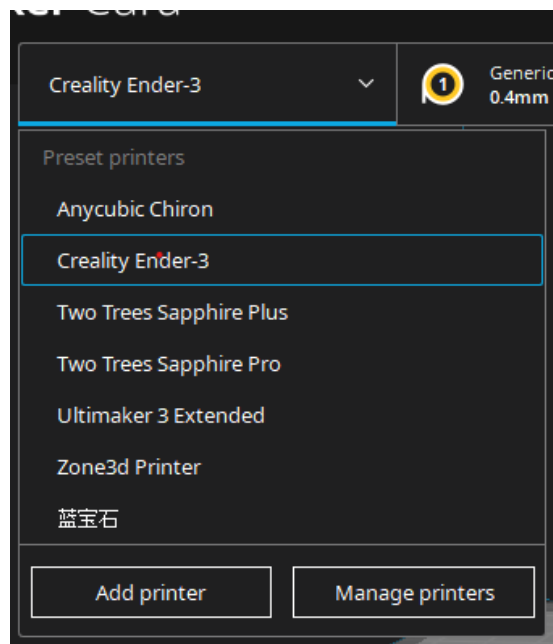


Figura 16: Aba para escolher o perfil da impressora

### Altura de camada

A altura de camada definirá a qualidade superficial da sua peça, em geral, quanto menor a altura mais qualidade e quanto maior menos qualidade, todavia, quanto menor, mais tempo será necessário para a impressão e vice versa.

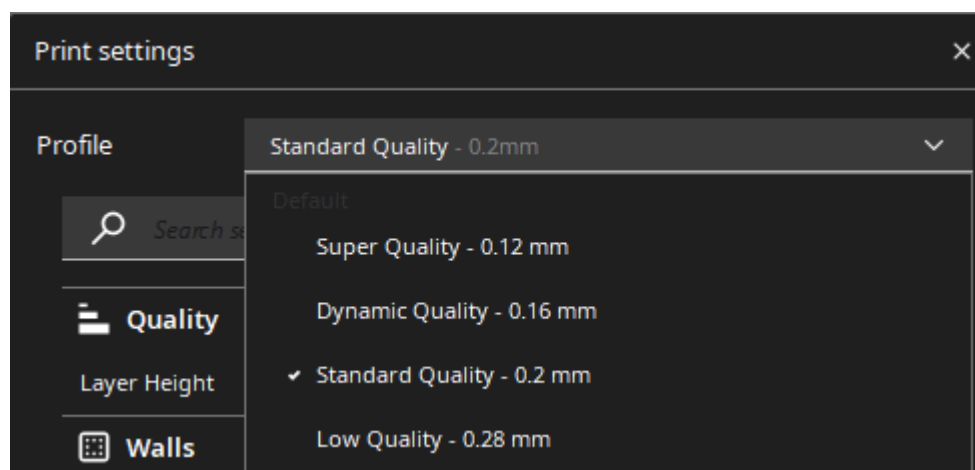


Figura 17: Aba responsável pelo valor de altura de camada

Em geral, a menor altura de camada das impressoras é 0.12 mm

### Espessura de parede

É possível configurar a espessura de parede da peça, quantos mais perímetros, mais resistência, entretanto, aumenta-se o peso e o tempo de impressão.

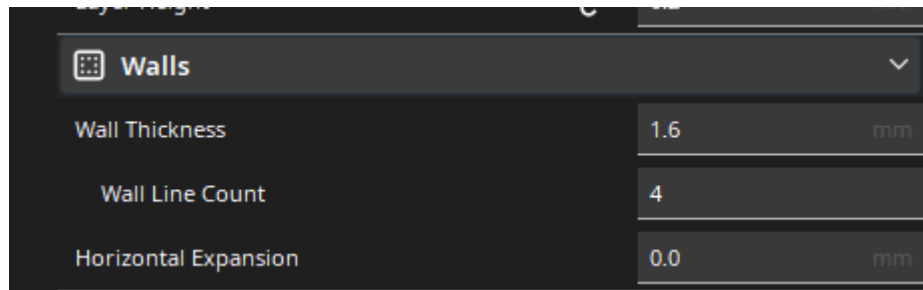


Figura 18: Aba responsável pela escolha da espessura de parede

### Preenchimento

É possível configurar o preenchimento da peça, quantos mais perímetros, mais resistência, entretanto, aumenta-se o peso e o tempo de impressão

Também é possível configurar o padrão de preenchimento da peça

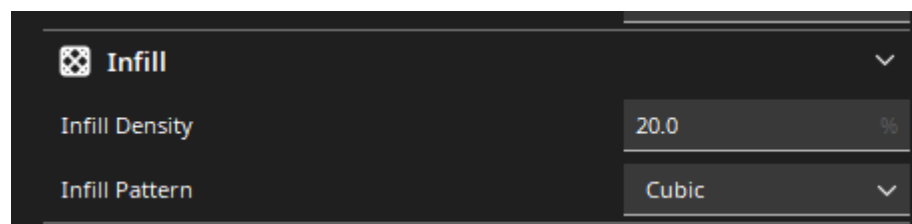


Figura 19: Aba responsável pelo valor de preenchimento

### Adesão da peça na mesa

Em geral usamos duas maneiras de fixação da peça na mesa

Skirt - imprime-se uma linha com um certo espaçamento ao redor da peça

Brim - Similar ao skirt, mas possui contato direto com a peça, sendo necessário sua remoção pós impressão.

Em geral, o Skirt tem função apenas de despejar o filamento sobressalente na extrusora de impressões anteriores, já o Brim, aumenta a área de contato da peça na mesa de impressão, sendo necessário em casos que a peça possui pouca área de contato com a mesa, imprimir materiais com a contração alta (ABS).

## Suporte

Estrutura usada para sustentar camadas de impressão que originalmente não possuiria apoio, é possível configurar o ângulo que começará a ter o uso de suportes, na aba denominada Suport OverHang.

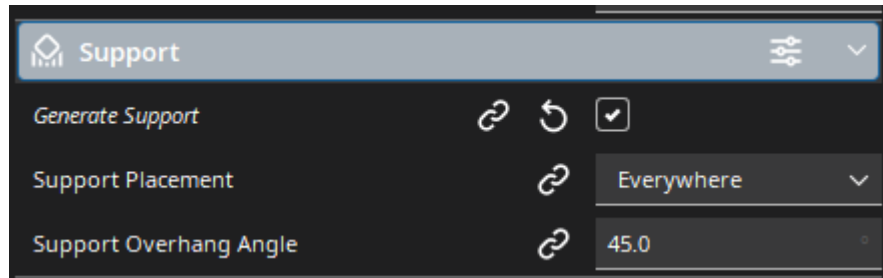


Figura 20: Caption

### 1.10.5 Salvando o gcode

Após realizar o processo de fatiamento, é necessário este arquivo no formato .gcode, que é basicamente as linhas de código que se comunicam diretamente com a impressora.

Para isso basta adicionar a mídia removível do computador, geralmente as impressoras 3D trabalham com cartão microSD e clicar no botão azul escrito "Save removable media".

## 1.11 Imprimindo

Com sua mídia removível em mãos, basta coloca-la na impressora desejada e em sua interface procurar por "printing for media" e clicar no arquivo desejado.

Cada interface de maquinário é diferente, entretanto processo é bem similar.

## 2 Estudo teórico de filamentos para impressão 3D

### 2.1 Contextualização

É intrínseco do processo de produção a necessidade de matéria prima. A manufatura aditiva através de fusão de filamento depositado, a impressão 3D, usa como material base os polímeros termoplásticos, que basicamente são polímeros que a certa temperatura se tornam viscosos(“derretem”) e ao serem

resfriados a temperatura ambiente, se tornam sólidos novamente.

Em geral, o material para impressão 3D, popularmente chamado de filamento, é vendido em quilos, em formato de fio, de 1,75 mm de diâmetro, enrolado em um carretel.

### 2.2 impressão 3D de drones

A manufatura aditiva possibilita a produção de peças com geometrias complexas, com o preenchimento interno de padrões otimizados e a prototipagem consideravelmente rápida. Tendo em vista essas caracterizas, a impressão 3d se torna uma forte aliada para a criação de drones para competição, pois é possível confeccionar peças que atendem as necessidades de otimização dos drones.

Com o surgimento de novos filamentos com propriedades específicas, o uso de impressão 3D para o mundo dos drones se tornou ainda mais comum.

### 2.3 Os clássicos

Por volta de 2017, houve uma forte populariza-o de impressoras para o mercado residencial. Essas impressoras foram constituídas para serem capaz de processarem os 3 principais tipos de filamento do mercado, desse modo, o mercado se limitou a filamentos específicos durante alguns anos.

Tais filamentos eram, Poli Ácido Láctico(PLA), Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS) e Poli Estireno Tereftalato com Glicol(PETG).

Poli Acido Láctico(PLA)

O Poliacido láctico ou Acido Polilactitco, tem sua origem a partir da repetição de diversas cadeias químicas de acido láctico, que é obtido a partir da fermentação de alimentos ricos em amido.

Nas condições corretas pode ser Biodegradável.

Amplamente usado para impressão pela sua facilidade de manuseio

.



Com densidade de  $1,27 \text{ g/cm}^3$ , resistência à Flexão entre 65 – 75 MPa, resistência à Tração entre 55 - 65 MPa e temperatura máxima de trabalho de 50 graus. O PLA possui uso mais voltado a peças sem grandes esforços, peças estéticas ou de acabamento, por exemplo, uma de suas principais vantagens é a alta dureza, sendo usado também para peças e objetos que não podem sofrer deformação e sua relativa baixa temperatura máxima de trabalho o impede de ser usado para aplicações externas ou com elevado atrito.

Uma das vantagens do Pla é seu custo benefício, sendo vendido por cerca de 100 reais o quilo.

### **2.3.1 Acrilonitrila Butadieno Estireno (ABS)**

O ABS é um copolímero composto pela fusão de acrilonitrila, butadieno e estireno, a proporção de cada componente pode variar de 15% a 35% de acrilonitrila e 40% a 60% de estireno, com 5% a 30% de butadieno, formando assim, uma cadeia longa de polibutadieno com interligações de cadeias curtas de estireno e acrilonitrila.

Com densidade de  $1,05 \text{ g/cm}^3$ , resistência à Flexão de 77 MPa, resistência à Tração de 46 MPa e Temperatura de Deflexão

Térmica de 88 °C. Por possuir elevada temperatura máxima de trabalho, o abs. possui aplicações voltadas a peças que estarão em ambientes externos, entretanto, sua relativa ductibilidade pode ocasionar em pequenas deformações caso sofra esforços elevados.

O ABS possui uma contração muito elevada, sendo assim, um material de alta dificuldade para impressão, pois ele tende a descolar da mesa de impressão caso resfrie rapidamente, desse modo, sendo necessário impressoras de ambiente de impressão fechadas para realizar seu processamento.

Com custo um pouco inferior ao PLA, o abs. é comercializado por cerca de 85 reais o quilo.

### **2.3.2 Poli Estireno Tereftalato com Glicol(PETG)**

O PetG é uma junção de polímeros formados a partir da reação do teraftálico e etileno Glicol, tem sua origem a partir dos derivados da produção de petróleo e de gás natural.

Com densidade de  $1,26 \text{ g/cm}^3$ , resistência à flexão de 65 MPa, resistência à tração de 48 MPa e temperatura de deflexão .

térmica de 72 °C. O Petg é o intermédio entre o ABS e o PLA, não é tão dúctil quanto o ABS e nem tão duro quanto o PLA e possui uma temperatura de trabalho relativamente alta, sendo assim, sua aplicação principal é para peças externas ou internas que sofreram algum tipo de esforço mecânico mas que não podem sofrer deformação em excesso.

Certa facilidade para impressão, é recomendável impressora de ambiente de impressão fechado mas não é algo impensável.

Com custo mais elevado que o PLA e ABS o petg é comercializado por cerca de 120 reais o quilo.

## 2.4 Os novos 4

Com o amadurecimento do mercado de impressão 3D, os usuários sentiram necessidade de filamentos com características mecânicas e químicas melhoradas, naturalmente essa necessidade foi a entidade pelas empresas vendedoras de material para impressão.

Desse modo, houve a popularização de 4 novos tipos de filamentos, O Termoplástico Poliuretano(TPU), O Políacido de Metileno-Acetal(POM), A poliamida ou Nylon e o PetG com adicional de Fibras de Carbono.

## 2.5 PetG com Adicional de Fibras de Carbono

Materiais compósitos são matérias que separados possuem propriedades diferentes mas quando juntos melhoram as suas características, sempre são formados por uma base e um reforço, nesse caso a base é o Petg e o reforço são partículas de fibras de Carbono.

Com densidade de  $1,29 \text{ g/cm}^3$ , resistência à flexão de 93 MPa, resistência à tração de 66 MPa e temperatura de deflexão.

térmica de  $90^\circ\text{C}$ . O petg com adicional de fibra de carbono é recomendável para peças com grandes esforços mecânicos, sendo um material muito importante para a o mundo aeroespacial, levando em consideração sua relativa baixa densidade e alta resistência.

Por ter como base o PetG, possui a mesma relativa facilidade de impressão, entretanto um material muito mais abrasivo, possivelmente sendo necessário a troca do bico extrusor por abrasão.

De custo relativamente elevado, o PetG com adicional de fibra de Carbono por é comercializado por cerca de 220 reais 800 gramas.

## 2.6 Termoplástico Poliuretano(TPU)

O termoplástico Poliuretano consiste na repetição de diversas cadeias químicas de uretanos, tendo sua produção com base em derivados do petróleo. Com características de deformação

interessantes o poliuretano já um velho conhecido da indústria plástica.

Com densidade de  $1,22 \text{ g/cm}^3$ , resistência à flexão de 14 MPa, resistência à tração de 50 MPa e incríveis 550% de alongamento a ruptura. O TPU possui amplo uso para peças com altíssimas deformações e resistência a impacto.

De certa facilidade de impressão, se recomenda desabilitar o parâmetro de retração caso seja utilizado por impressoras com extrusoras do tipo Bowlden.

Tem seu valor comercial por volta de 200 reais o quilo.

## 2.7 Poliacido de metileno-acetal(POM)

Poliácido de metileno-aceta ou Poliacetal,provém do formol de aldeído e grupos de acetato. Por causa de suas características químicas, semicristalino, o faz ser branco e opaco. Por ter características de baixo atrito, possui amplo uso na industrial plástica de injeção.

Com um Índice de Fluidiez de  $9 \pm 1 \text{ g/10min}$ , resistência à flexão de 85 MPa e tensão de escoamento à Tração de 62 MPa. O POM possui amplo uso para peças com necessidade de baixa fricção, boa estabilidade dimensional e elevada rigidez, engrenagens e conjuntos mecânicos por exemplo.

Alta dificuldade para aderir a mesa de impressão, certa necessidade de conhecimento técnico e testes com o maquinário.

Com custo de mercado de cerca de 180 reais o quilo.

## 2.8 Nylon

Nylon ou Poliamida é um composto polimérico formado por ligações peptídicas de amidas, logo apos sua criação teve amplo uso como fibra sintética entretanto logo passou a indústria plástica pelas suas propriedades.

Com densidade relativa de  $1,157 \text{ g/cm}^3$ , resistência à flexão de 84,9 MPa, resistência à tração de 64,6 MPa e temperatura de deflexão .

térmica de  $75^\circ\text{C}$ . O nylon é um excelente filamento para peças que buscam flexibilidade e resistência.

Um filamento extremamente hidrofílico, requer armazenamento em local seco e de relativa facilidade de uso.

De custo benefício alto o Nylon é vendido por volta de 200 reais o quilo.

## 3 Relatório sobre as Áreas da Edra

A Edra é uma equipe de competição criada em 2017 por estudantes de engenharia da Universidade de Brasília, com um experiencia no ramo de produção de drones para competição, tendo em vista a extrema complexidade desse trabalho, se vê necessário a divisão das tarefas em áreas com funções específicas, sendo elas:

### 3.1 Design Estrutural

A área de design estrutural é responsável pelo frame do drone, a estrutura base, onde irão fixados todos os demais componentes, (fazendo uma analogia com o corpo humano, seria o esqueleto).

Durante uma decolagem, voo e pouso, um drone sofre diversos esforços, o frame do drone deve ser capaz de suportar todos esses esforços sem danificar nenhum componente, para isso é necessário o trabalho de modelagem e simulação de forças.

O trabalho de modelagem consiste em criar peças em 3D visando atender as necessidades estruturais do drone, esse processo é feito através de softwares CAD, como solidWorks, Catia e Fusion 360.

Em geral, os drones da Edra são quadrimotores, sendo assim suas estruturas consistem em 4 hastes onde irão os motores e uma placa central para os eletrônicos.

É necessário validar o frame via simulação de esforços, esse processo consiste em virtualmente aplicar uma força determinada em um conjunto de peças ou em uma peça específica e analisar a maneira que a mesma reage.

### 3.2 Aerodinâmica e propulsão

A área de Aerodinâmica e propulsão é responsável por todo o sistema propulsivo do drone, todo o conjunto encarregado de gerar empuxo para a o voo do drone.

Diversos fatores são responsáveis pela geração de empuxo em um drone, alguns deles são:

O sistema motor hélice, o perfil de aerofólio da hélice e a potencia do motor interferem diretamente na capacidade de empuxo que esse conjunto pode gerar.

O conjunto bateria e esc., esc. é a placa controladora de velocidade do motor, ela é responsável por regular a potencia do motor, a bateria é a encarregada por alimentar todo esse sistema com energia, a capacidade energética da bateria influencia diretamente no tempo de voo de um drone.

Dessa maneira, a área de aero propulsão é a responsável por escolher todo esses componentes minuciosamente e realizar testes com os mesmos.

### 3.3 Eletro - software

Eletro Software é a fusão entre duas áreas, software e eletrônica.

A Area de Software é responsável por desenvolver aplicações para o drone, por exemplo, mapeamento aéreo e reconhecimento de objetos. Usando ferramentas como Python, uma linguagem de programação de auto nível, OpenCV, uma multiplataforma para desenvolvimento de visão computacional e Tensor Flow, uma biblioteca de código aberto para aprendizado de máquina.

A área de Eletrônica é responsável pelo radio controlador, instrumento usado para comunicação do piloto com o drone e todo o sistema de periféricos, isso engloba os módulos de telemetria, uma tecnologia que permite a medição e comunicação de informações, modulo GPS, usado pelo drone para se localizar no espaço, uma gama de sensores, como câmera, acelerômetro, dentre outros.

O conhecimento técnico sobre leitura de datasheets e componentes eletrônicos é vital para o bom funcionamento da área, assim como a habilidade de soldagens de componentes com estanho.

### 3.4 Controle e Estabilidade

A Area de controle é responsável por desenvolver e aprimorar o sistema embarcado de controle do drone, isto é feito através de modelos matemáticos para prever a maneira de comportamento da aeronave, desse modo é simulado matematicamente e realizado teste para analisar o desempenho do físico do drone em relação ao simulado matemático.

### 3.5 Integração entre as Áreas

Apesar da enorme diferença entre funções e tarefas de cada Area da Edra, todas possuem uma enorme comunicação e interdependência.

A comunicação entre as áreas ocorre de diversas maneiras, todas as áreas de correlacionam no drone como um todo, entretanto alguns sistemas e subsistemas estão intrinsicamente ligados, como por exemplo:

A área de software depende das escolhas de componentes feitos pela área de eletrônica, caso a área de software deseje realizar um reconhecimento de objeto com base em imagens, é necessário que o sensor ótico cumpra com as necessidades da área de software.

A área de aerodinâmica e propulsão depende da área de estrutura, caso a área de aero propulsão escolha um determinado conjunto motor hélice e bateria, é necessário que o frame do drone possua o espaço física necessário para a acoplagem desses componentes.

Na engenharia Aeroespacial, todo os sistemas estão interligados, isto fica muito evidente da Edra.