

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA - UNIFACCAMP
ENGENHARIA MECÂNICA**

IMPRESSORA 3D CASEIRA

VINICIUS DE OLIVEIRA BAITELLO

**Campo Limpo Paulista - SP
Junho – 2021**

Vinicius De Oliveira Baitello

IMPRESSORA 3D CASEIRA

Trabalho de conclusão apresentado ao Centro Universitário Campo Limpo Paulista – UNIFACCAMP, como requisito para a obtenção do grau de Bacharel em Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Anderson de Aguiar

Prof. Francisco Coelho de Oliveira

**Campo Limpo Paulista - SP
Junho – 2021**

**CENTRO UNIVERSITÁRIO CAMPO LIMPO PAULISTA – UNIFACCAMP
ENGENHARIA MECÂNICA**

IMPRESSORA 3D CASEIRA

RA 26436 Vinicius de Oliveira Baitello

Orientador: Prof. Anderson de Aguiar

Banca Examinadora:

**Prof.
Convidado**

**Prof. Anderson de Aguiar
Orientador**

**Prof. Alexandre Capelli
Coordenador**

**Campo Limpo Paulista - SP
Junho – 2021**

DEDICATÓRIA

Ao meu Pai

Dedico esse trabalho ao meu pai (IN Memoriam), sei que ele estaria muito feliz e orgulhoso em saber e ver que consegui chegar até aqui, com muito sofrimento e suor, mais muito honrado em poder realizar um grande sonho que ele sempre me incentivou.

Obrigado Pai.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer primeiramente a Deus, pela oportunidade de estar aqui hoje apresentando esse trabalho, a minha mãe que sempre me ensinou o qual importante é o conhecimento adquirido, aos meus professores orientadores Prof. Anderson e Prof. Francisco Coelho, por ter dividido o seu grande conhecimento comigo e tirando minhas inúmeras dúvidas, e principalmente a minha esposa Flavia e filhas, por estar ao meu lado em todas as etapas da fabricação do trabalho e com a ajuda na montagem e teste realizados (muitos testes mesmo), e por sempre me apoiar em minhas decisões e atos.

EPÍGRAFE

Não tenho nenhum talento especial. Apenas sou apaixonadamente curioso.

Albert Einstein

RESUMO

Está sendo executado neste trabalho, uma construção e modificação de uma impressora 3D do modelo Anet A8. Estou fazendo um UP- Grade de algumas peças e conjuntos visando um melhor desempenho da impressora. A impressora 3D, ainda é uma novidade para muitas, porém a impressora 3D já existe no mundo, a cerca de 36 anos. O criador da 1ª impressora 3D foi Chuck Hull, um engenheiro físico norte-americano do estado da Califórnia, em 1984. A partir daí foi se conhecendo este tipo de máquina e todas as suas aplicações.

Palavras chaves: 3D printer, Ramps, Arduino, Anet A8

LISTA DE SIGLAS

Lista de siglas

ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno)

PLA (Acido Polilático)

PLA+ (Acido Polilático Melhorado)

PETG (Politereftalato de Etileno Glicol)

FLEXÍVEL TPU (Poliuretano Termoplástico)

FDM (Modelagem por Fusão e Deposição)

Ø (Diâmetro)

IDE (*Integrated Development Environment, ou Ambiente de Desenvolvimento Integrado*).

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: <i>Cronograma</i>	15
Figura 2: Criadores das Impressora 3D	16
Figura 3: 1º Maquina 3D	17
Figura 4: Dr. Joe Beaman e Carl Deckard	17
Figura 5: Estrutura Orgânica Impressa.....	19
Figura 6: Primeira Prótese de Perna Impressa em 2008.....	20
Figura 7: Primeira Mandíbula Impressa Biocompatível.....	20
Figura 8: Estrutura Impressora	21
Figura 9: Maquina de Jateamento / Peças Jateadas	22
Figura 10: Peças Dobradas / Prensa Hidráulica Manual	23
Figura 11: Corte das Chapas Metálicas	23
Figura 12: Usinagem do Fuso Trapezoidal / Porcas Fuso Trapezoidal / Fuso Montado nas Porcas	24
Figura 13: Placa Arduino-Mega2560-r3	25
Figura 14: Mesa Aquecida (Hot Bed)	26
Figura 15: Tela LCD.....	26
Figura 16: Fonte de Alimentação.....	27
Figura 17: Placa Controladora	27
Figura 18: Polias GT2.....	28
Figura 19: Correias GT2	28
Figura 20: Chave Fim de Curso	28
Figura 21: Motores Nema 17.....	29
Figura 22: Extrusora Acoplado ao Motor Nema	29
Figura 23: kit Completo Ramps 1.4.....	30
Figura 24: Projeto 3D	32
Figura 25: ZBrush / Solidworks	33
Figura 26: Propriedades 3D.....	34
Figura 27: Análise Gráfica Deformação.....	35
Figura 28: Arquivo Pronto Para Impressão	40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Tabela Peças Impressora 3D.....	31
Tabela 2: Tabela Propriedades	36

SUMÁRIO

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
1.1. Objetivo geral	13
1.1.1. Objetivos específicos.....	13
1.2. Problema.....	13
1.3. Justificativa.....	14
1.4. Metodologia.....	14
1.4.1. Metodologia científica	14
1.4.2. Metodologia do projeto.....	15
2. REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1. Como Nasceu a impressão 3D.....	16
2.1.1. 1981 – 1984: As primeiras ideias	16
2.1.2. 1984 – 1988: A invenção da Estereolitografia.....	17
2.1.3. 1988-1989: A era da inovação na história das impressoras 3D.....	17
2.2. Evolução Da Impressora 3D	18
2.2.1. Z Printing – O eixo Z	19
2.2.2. A primeira prótese impressa	20
3. PROJETO DE UMA IMPRESSORA	21
3.1. Componentes Utilizados na Fabricação da impressora 3D.....	21
3.1.1. Estrutura:.....	21
3.1.2. Peças Cortadas a Laser	22
3.1.3. Peças Dobradas.....	22
3.1.4. Fuso trapezoidal 8 mm com porca.....	23
3.1.5. Placa Arduino Mega 2560	24
3.1.6. Mesa Aquecida (Hot Bed).....	25
3.1.7. Tela LCD.....	26
3.1.8. Fonte de Alimentação	26
3.1.9. Placa Controladora.....	27
3.1.10. Polias e Correias.....	27
3.1.11. Chave Fim de Curso.....	28

3.1.12.	Motores De passo Nema 17 kgf.....	28
3.1.13.	Extrusora de Filamento	29
3.1.14.	Imagem do kit Completo.....	30
3.2.	Software De modelamento e Criação de Arquivos 3D	32
3.3.	Análise do gráfico do ensaio de tração	35
3.4.	Tabela de propriedades dos materiais para impressora 3D	36
3.4.1.	PLA	37
3.4.2.	ABS	37
3.4.3.	PETG	38
3.5.	Software de fatiamento	38
3.5.1.	O que são fatiadores 3D.....	38
3.5.2.	Fatiadores 3D e o passo a passo da impressão	38
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42

1. INTRODUÇÃO

Venho por meio deste projeto informar a construção modificação de uma impressora 3D. Aqui todos os procedimentos para esta montagem, deste a lista de material e vendo o estudo de algumas impressoras montadas já vendidas no mercado hoje em dia. Irei fazer um UP Grade em algumas peças e na estrutura dela, baseado em pesquisas feitas com pessoas que já trabalham com impressão 3D hoje em dia.

Ao decorrer de todo o processo de montagem, irei mostrar todo o trajeto da montagem de uma impressora. Qualquer pessoa hoje pode e consegue construir uma impressora 3D, ela apenas precisa ter foco e saber procurar a ajuda de pessoas que já tem uma certa experiência com esse tipo de equipamento. Para a montagem da parte eletrônica, procurei ajuda em grupos no facebook e WhatsApp para esclarecimento de dúvidas, tanto na montagem quanto na configuração dos programas necessários para impressão e qual o melhor tipo de filamento usar

1.1. Objetivo geral

Venho por meio desse projeto a construção e modificação de uma impressora 3D, modificando sua estrutura, colocando fechamento para utilizar vários tipos de materiais.

1.1.1. Objetivos específicos

Montagem e modificação de uma impressora 3D modelo Anet A8

1.2. Problema

Fazer a fabricação das peças feitas em chapa de metal com espessura de 2mm, cortadas em máquina de oxicorte + dobra e usinar o fuso trapezoidal com 8mm de \varnothing e passe de 2mm de rosca e modificação da estrutura e algumas peças de uma impressora 3D já existente no mercado.

1.3. Justificativa

Hoje, a tecnologia está avançando de um modo ao qual, não estamos conseguindo acompanhar. Darei um exemplo dos aparelhos celulares, você compra um modelo hoje e logo depois de 3 meses, o mesmo aparelho já tem uma nova versão, muito melhor a qual você adquiriu a 3 meses atrás.

Porem, o Brasil, em certas tecnologias sempre está atras de outros países, que sempre lançam seus produtos muito mais rápidos. Outro empecilho que evita quer os brasileiros tenham esta nova tecnologia, é o valor de importação destes itens.

Visando isso, optei em montar este projeto de uma impressora 3D, tentando mostrar que também podemos obter certas tecnologias a preços muito acessíveis e que não precisamos ser gênios ou ter acesso a grandes equipamentos, apenas ter a capacidade de pesquisar e força de vontade.

1.4. Metodologia

1.4.1. Metodologia científica

Usarei a metodologia de exploração (exploratória), para uma melhor compreensão e familiaridade com o projeto.

Irei fazer todos os tipos de pesquisas que puder, para encontrar algo que realmente possa colocar em prática com esse projeto de impressora 3D.

Irei atrás de grupos em comunidades virtuais (WhatsApp, facebook), para conhecer este produto, como ele funciona e todas as possibilidades de erro e configurações que puder encontrar.

Irei fazer um estudo de caso, com pessoas que já possuem este equipamento, visando antecipar possíveis falhas no projeto tanto mecânica, quanto em sua parte eletrônica.

1.4.2. Metodologia do projeto

Foi criado um cronograma, para organização e desenvolvimento do projeto, visando ver como se está o andamento do projeto como um todo. Este cronograma é verificado semanalmente ou caso seja necessário, será verificado diariamente caso algo mude ou seja modificado, como mostra o cronograma.

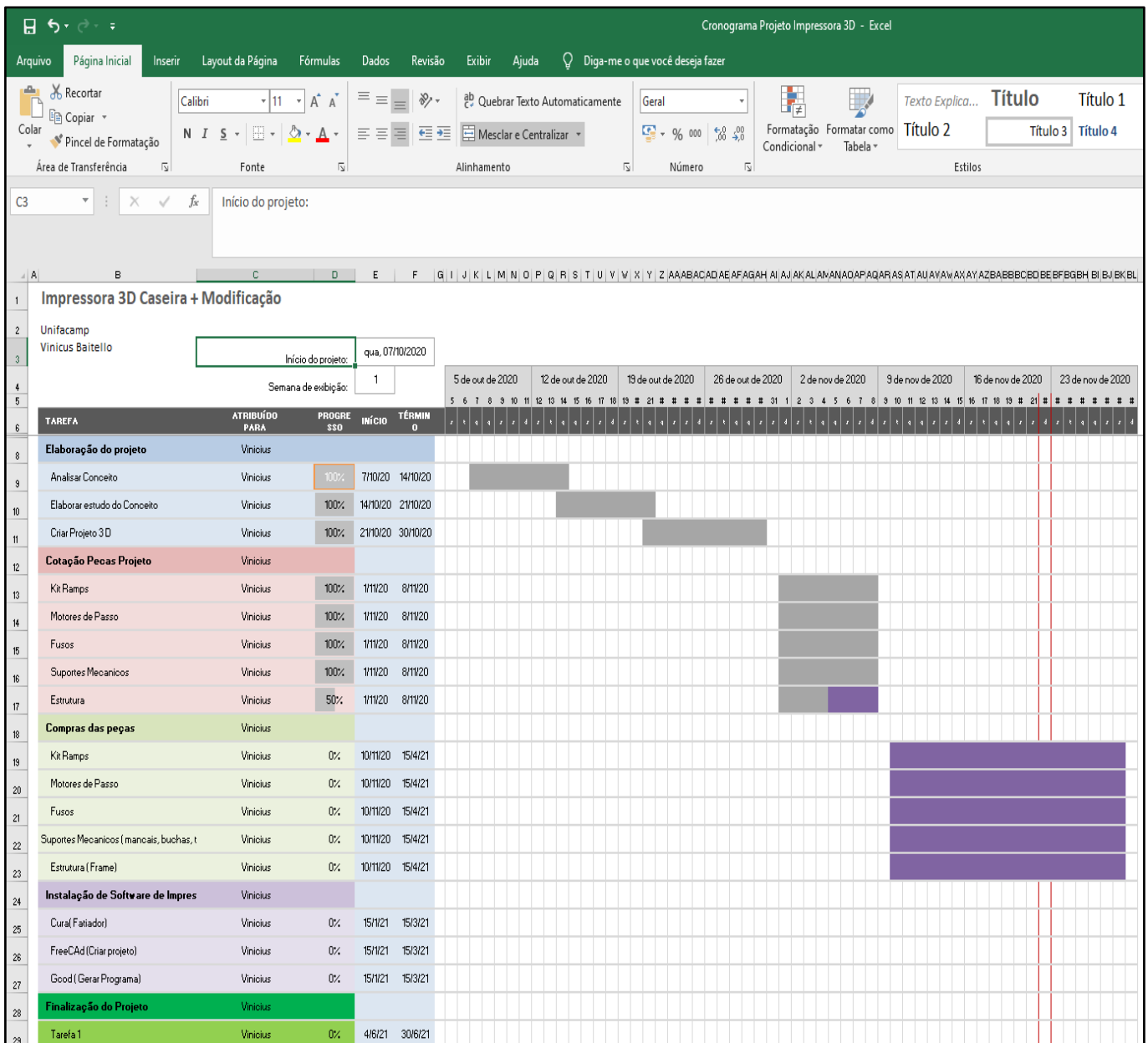


Figura 1: Cronograma

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Como Nasceu a impressão 3D

2.1.1. 1981 – 1984: As primeiras ideias

Primeiramente, é preciso viajar um pouco na história! Tudo começa em 1981 no Instituto de Pesquisa Industrial do Município de Nagoya, Japão, onde Hideo Kodama inventou dois métodos de manufatura aditiva (camada por camada) para produção de modelos plásticos. A tecnologia era uma antecessora da SLA (Stereolithography) e usava luz UV para curar resinas fotossensíveis, porém, ela não foi finalizada a tempo e Hideo perdeu o apoio para continuar o desenvolvimento.

Alguns anos depois, em 1984, na França, Alain Le Méhauté e Oliver de Witte, que trabalhavam na Alcatel-Alsthom, tentaram desenvolver um apetrecho que combinasse formas geométricas complexas com tecnologias de lasers e materiais fotossensíveis, para trazer o digital para o real. A ideia foi compartilhada com Jean Claude André, que trabalhava no Centro Nacional Francês de Pesquisa Científica (CNRS) e mostrava interesse no projeto. No entanto, a CNRS não aprovou o seu desenvolvimento, alegando que o dispositivo não teria muitas áreas de aplicação. Assim, o trio foi forçado a abandonar o projeto por falta de recursos.

(Disponível em: <https://done3d.com.br/> 28/05/2021)

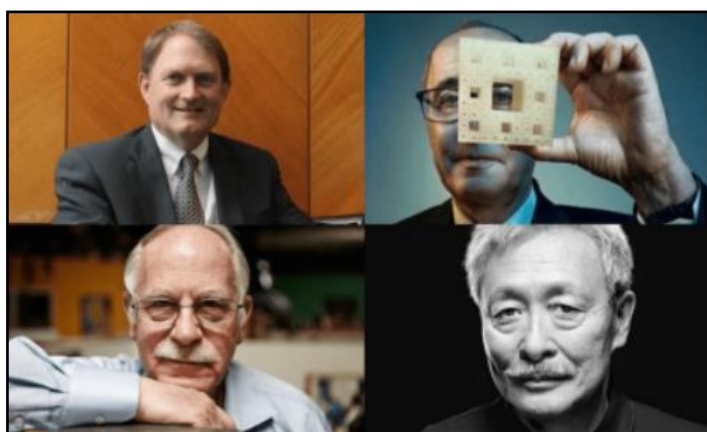


Figura 2 - Criadores das Impressora 3D

Fonte: (<https://done3d.com.br/> acesso 28/05/2021)

2.1.2. 1984 – 1988: A invenção da Estereolitografia



Figura 3 - 1ª Máquina 3D

Fonte: (<https://done3d.com.br/> acesso 28/05/2021)

Ainda em 1984, Charles “Chuck” Hull, que trabalhava em uma empresa de lâmpadas UV, sugeriu à empresa usá-las para outra finalidade: curar resina fotossensível para criar novos produtos.

Com o apoio da empresa, Chuck começou a desenvolver seu projeto em um pequeno laboratório, pouco tempo após o time francês lançar sua patente, Hull registra a sua própria, com o nome de estereolitografia. Aqui a história das impressoras 3D toma um rumo!

A patente foi concedida em 1986 e, no mesmo ano, Charles inaugurou a própria empresa em Valencia, Califórnia, a 3D Systems. Em 1988, lançaram a primeira impressora 3D, a SLA-1 e, desde então, a 3D Systems vem crescendo e contribuindo para o desenvolvimento de novas tecnologias.

2.1.3. 1988-1989: A era da inovação na história das impressoras 3D

A patente de Charles foi o marco inicial para a indústria da impressora 3D e impulsionou o surgimento de novas tecnologias além da SLA.

(Disponível em: <https://done3d.com.br/> 28/05/2021)



Figura 4 - Dr. Joe Beaman e Carl Deckard

Fonte: Museu Bullock/ acesso 28/05/2021

2.2. Evolução Da Impressora 3D

- 1980: Primeira patente de prototipagem rápida criada pelo Dr Hideo Kodama
- 1984: Stereolitografia criada e abandonada pelo time francês
- 1986: Stereolitografia criada e patenteada por Charles Hull
- 1988: Primeira impressora 3D SLA, a SLA-1
- 1988: Primeira impressora 3D SLS, criada Carl Deckard e comprada pela 3D System
- 1989: Primeira impressora 3D FDM, criada por S. Scott Crump pela Stratasys.
- 1990: A ascensão das impressoras 3D e softwares de CAD

Nesse momento da história das impressoras 3D, é importante notar que após esta década de ideias e criações, as impressoras começaram a ser aperfeiçoadas e os softwares de modelagem 3D a serem desenvolvidos.

Na Europa, em 1989, foi fundada a EOS GmbH e criado o primeiro sistema EOS “*Stereos*” para prototipagem industrial e produção de impressoras 3D. Foram pioneiros na tecnologia DMLS (*Direct Metal Laser Sintering*) e hoje é reconhecida mundialmente pela qualidade de suas impressoras 3D SLS (*Selective Laser Sintering*) para metais e plásticos.

No ano de 1993, presenciamos a fundação da Sanders Prototype inc, por Royden C. Sanders. Foram pioneiros na tecnologia de impressão em alta resolução de objetos tridimensionais em cera desenhados em softwares de CAD (Computer Aided-Design), esta impressora desktop era chamada Model Maker. Em 2000, a empresa mudou o nome para Solidscape.

(Disponível em: <https://done3d.com.br/> 28/05/2021)

2.2.1. Z Printing – O eixo Z

Um ano após o surgimento da Solidscape, a Z Corporation ou Z Corp. foi fundada pelos universitários Marina Hatsopoulos, Walter Bornhorst, James Bredt e Tim Anderson, baseados em uma tecnologia desenvolvida no MIT (Massachusetts Institute of Technology), sob a direção do professor Ely Sachs. Esta tecnologia, desenvolvida em 1994, chamada Z Printing, relaciona os eixos que conhecemos hoje como eixos X, Y e Z, onde um bico extrusor se movimenta sobre um leito de pó e deposita seletivamente um líquido que liga as partículas de pó no formato específico da camada a ser impressa, feito isso, em seguida, uma nova camada de pó é depositada e o processo se repete, concluindo. Essa tecnologia é chamada de MJP (*Mult-jet Printing*). Sua patente veio a ter licença exclusiva pela MIT em 1995. (Disponível em: <https://done3d.com.br/> 28/05/2021)



Figura 5 - Estrutura Orgânica Impressa
Fonte: (<https://done3d.com.br/> acesso 28/05/2021)

O fim desta década foi marcante na história das impressoras 3D e na medicina, pois 1999 foi o ano do primeiro “órgão” impresso implantado em seres humanos. Em parceria com 400 cientistas, o Dr. Anthony Atala da Wake Forest Institute for Regenerative Medicine imprimiu blocos biocompatíveis que foram submetidos a um banho com as células do próprio paciente e posteriormente implantados, tendo chance quase nula de rejeição, dessa maneira, a partir deste acontecimento, as bio-impressoras ganharam força em estudos e desenvolvimento.

- 2000: Criação de um rim funcional impresso em 3D

- 2004: Início do projeto Reprap
- 2005: Lançamento da Spectrum Z510 pela Z Corp
- 2008: Primeira prótese de perna impressa em 3D
- 2009: Patente FDM cai em domínio público e criação da Sculpteo
- 2010: Inovação e Visão

(Disponível em: <https://done3d.com.br/> 28/05/2021)



Figura 6 - Primeira Prótese de Perna Impressa em 2008

Fonte: <https://www.bbc.com/> Data:28/05/2021



Figura 7: Primeira Mandíbula Impressa Biocompatível

Fonte: <https://www.bbc.com/> Data:28/05/2021

2.2.2. A primeira prótese impressa

Em 2008, a medicina se viu na mídia novamente, devido a uma nova conquista: a primeira prótese de perna impressa em 3D. Sendo assim, percebemos a evolução presente quando pensamos que hoje, 12 anos depois, já combinamos as tecnologias de Scanners 3D e impressoras 3D para baratear próteses e órteses customizadas para o paciente, além de otimizar tempo em sua confecção.

Finalizando esta década de destaques, o ano de 2009 foi marcado pelo acesso facilitado desta tecnologia para todos, a começar pela queda da patente das impressoras FDM em domínio público, abrindo portas para uma onda de inovações e na queda do preço das impressoras desta categoria. Neste mesmo ano foi criado a Sculpteo, uma das pioneiras no serviço online de impressão 3D, o que ampliou ainda mais o acesso a esta tecnologia.

(Disponível em: <https://done3d.com.br/> 28/05/2021)

3. PROJETO DE UMA IMPRESSORA

3.1. Componentes Utilizados na Fabricação da impressora 3D

3.1.1. Estrutura:

Fabricada em alumínio estrutural com perfil de 30 x 30 mm, fixadas com parafusos internos, visando uma melhor fixação e estabilidade do produto.

Foi escolhido esse tipo de material pela leveza e também por ser um material resistente e fácil de se encontrar no mercado. A estrutura total tem um dimensional de 500 x 500 x 530 (C x L x A).

Em sua base foi utilizado uma barra um pouco mais larga, com perfil de 30 x 60 mm, para um melhor apoio.

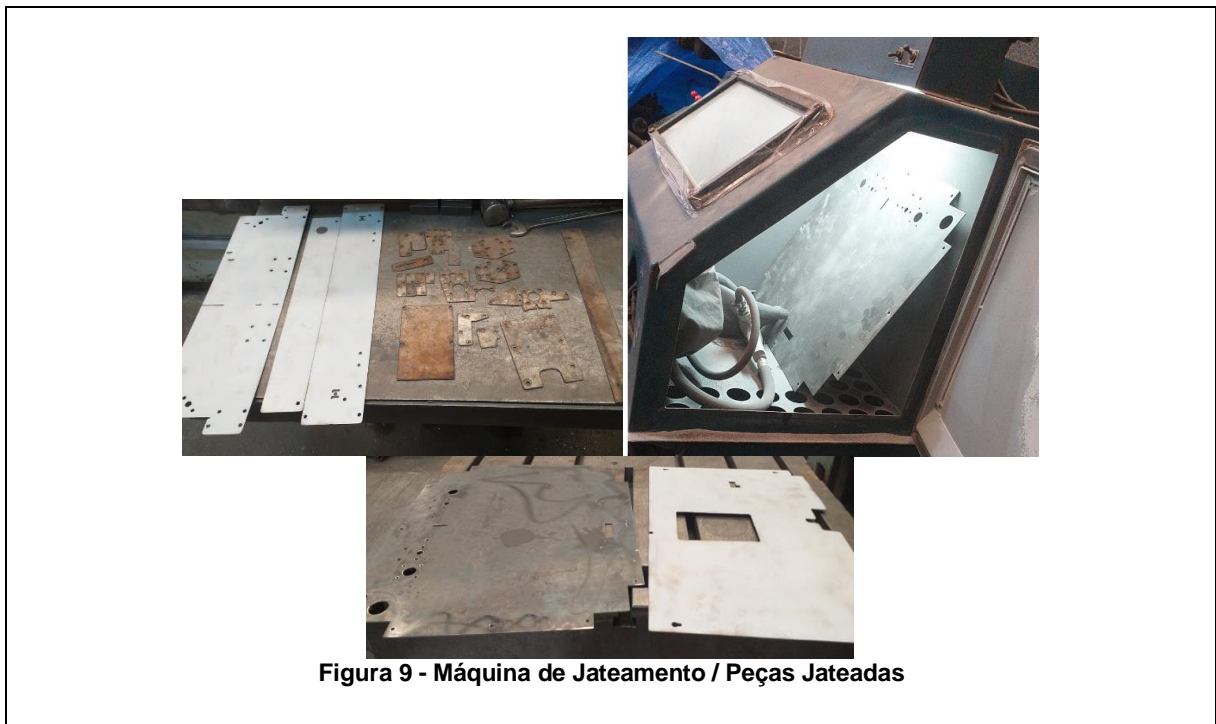


Figura 8 - Estrutura Impressora

3.1.2. Peças Cortadas a Laser

Grande maioria das peças que compõe a estrutura da impressora, são peças metálicas, feitas com chapa de aço com espessura entre 1,5 e 2.0 mm

Abaixo temos a imagem das peças já cortadas em seus tamanhos e formatos que serão utilizadas neste projeto. Para uma melhor aparência e facilidade na hora da pintura, optei por jatear as peças. Essa etapa de jateamento serve para tratar a matéria e retirar as impurezas que estas chapas ficarão após o processo de corte a laser.



3.1.3. Peças Dobradas

Após o processo de corte e jateamento, alguns modelos de peças tiveram mais um processo de fabricação. Para alguns componentes utilizados no projeto, tive que fazer peças dobradas para uma melhor acomodação dos componentes no projeto, visando um designer mais clean da impressora. Para fazer as dobras nas peças, foi utilizada uma prensa hidráulica manual, com capacidade de 300 kg. Abaixo imagens das peças já dobradas e da prensa utilizada



Figura 10 - Peças Dobradas / Prensa Hidráulica Manual



Figura 11 - Corte das Chapas Metálicas

3.1.4. Fuso trapezoidal 8 mm com porca

Essa peça é uma das mais importantes no projeto. Ela será responsável em movimentar o eixo Z da impressora no momento do início até o final da impressão. Esse eixo que fara a mesa erguer e descer constantemente durante a impressão do

arquivo. Esse eixo foi fabricado com aço inoxidável 314 e usinado em um torno CNC, conforme imagem abaixo, para melhorar o desempenho foi adquirido um suporte em alumínio e uma porca de bronze com o mesmo dimensional do eixo, visando um melhor desempenho na hora da subida e descida da mesa

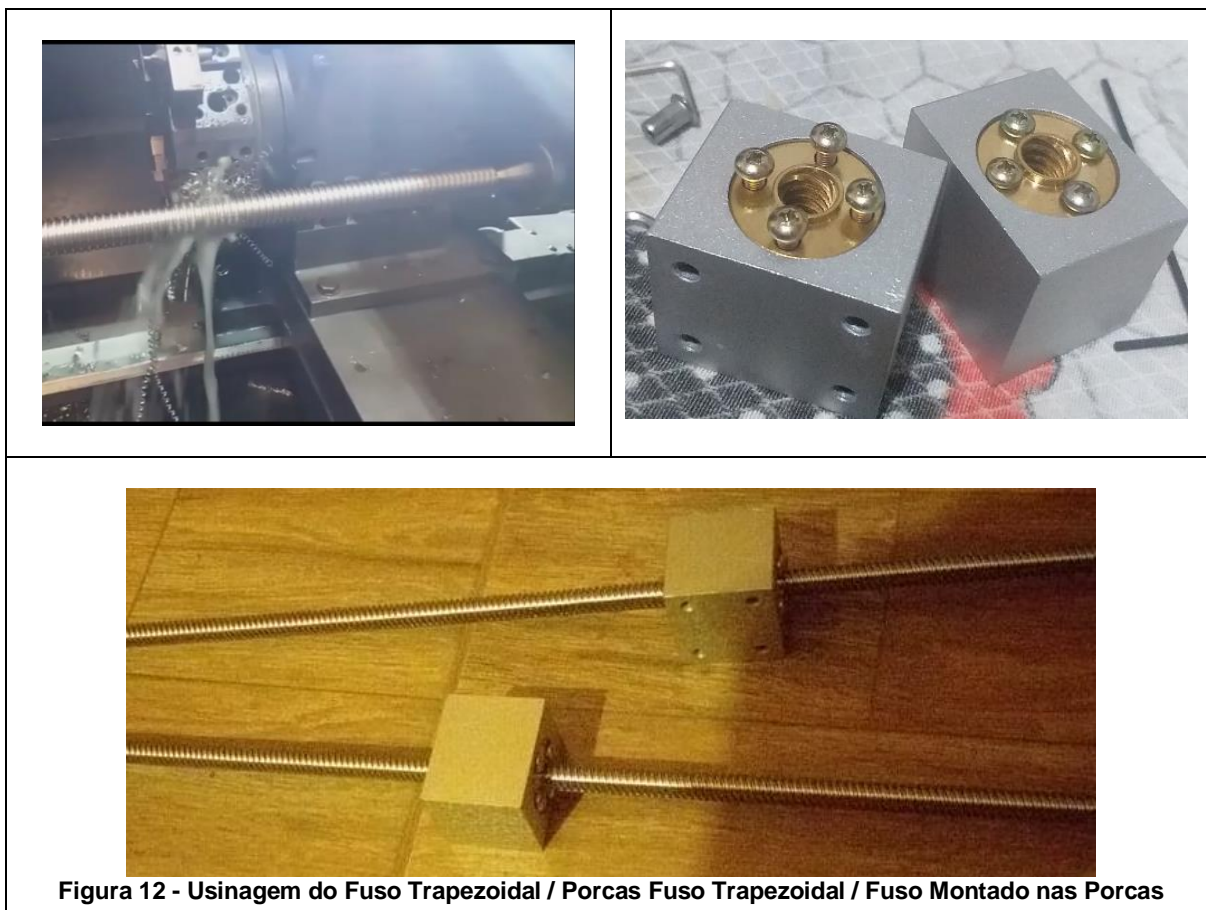


Figura 12 - Usinagem do Fuso Trapezoidal / Porcas Fuso Trapezoidal / Fuso Montado nas Porcas

3.1.5. Placa Arduino Mega 2560

O Arduino Mega 2560 é uma placa de microcontrolador baseada no ATmega2560 (datasheet). Ele possui 54 pinos de entradas/saídas digitais, 16 entradas analógicas, 4 UARTs (portas seriais de hardware), um oscilador de cristal de 16 MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação, uma conexão ICSP e um botão de reset. Ele contém tudo o que é necessário para dar suporte ao microcontrolador; basta conectar a um computador com um cabo USB ou a uma fonte de alimentação e já está pronto para começar. O mega é compatível com a maioria dos shields desenhados para os Arduino Uno. Possui ainda o dobro de memória do antigo Arduino Mega.

3.1.5.1. Características

Microcontrolador	ATmega2560
Voltagem de alimentação	5V
Voltagem de entrada (recomendada)	7-12V
Voltagem de entrada (limites)	6-20V
Pinos digitais I/O	54 (dos quais 14 podem ser saídas PWM)
Pinos de entrada analógica	16
Corrente contínua por pino I/O	40 mA
Corrente contínua para o pino 3.3V	50 mA
Memória Flash	256 KB of which 4 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Velocidade de Clock	16 MHz



Figura 13 - Placa Arduino-Mega2560-r3
Fonte: (<https://multilogica-shop.com/> acesso 28/05/2021)

3.1.6. Mesa Aquecida (Hot Bed)

Esse componente é responsável por auxiliar na impressão, auxiliando na fixação do material a ser impresso evitando que o material durante o fatiamento das camadas desgrude e venha a se soltar ou mesmo empenhar o arquivo impresso.

Podemos Fazer uma programação junto a interface da impressora e estimar o quanto ela irá aquecer, assim que for iniciado o processo de impressão, isso irá depender muito do material a ser utilizado.



Figura 14 - Mesa Aquecida (Hot Bed)

3.1.7. Tela LCD

Será através desta tela, que será feita toda a configuração da impressora. Aqui teremos controle de quanto iremos aquecer a mesa, a cabeça de impressão, a velocidade em que a impressora irá trabalhar e o mais importante, por aqui iremos configurar os motores da impressora, o quanto irão se movimentar e com qual velocidade irão se mover.



Figura 15 - Tela LCD

3.1.8. Fonte de Alimentação

Componente responsável por fazer toda a distribuição da alimentação entre os componentes eletrônicos do projeto. Optei em comprar uma fonte de alimentação com

uma maior capacidade de carga, visando futuramente a troca de algum componente que exija mais corrente. Esta fonte é de 12 / 24 v de 30 A.



Figura 16 - Fonte de Alimentação

3.1.9. Placa Controladora

Este componente é um item que será montado junto com o Arduino. Os 2 juntos serão responsáveis pela configuração e controle dos motores de passos, da cabeça de impressão mesa aquecida. Será através desta programação que será determinada toda a funcionalidade da impressora.



Figura 17 - Placa Controladora

3.1.10. Polias e Correias

Esse conjunto será responsável pelo tracionamento junto com o motor de passo, o que isso quer dizer? Será responsável por toda a sincronização dos movimentos existentes na impressora. A polia será fixada no eixo do motor de passo e funcionaram como uma engrenagem. Por que foi escolhido a polia GT2? Pela

configuração e tolerância entre seus dentes. Ela tem uma tolerância ótima para este tipo de serviço e também pela sua resistência e leveza.



Figura 18 - Polias GT2



Figura 19 - Correias GT2

3.1.11. Chave Fim de Curso

Este componente será responsável por limitar certos movimentos da impressora. A impressora se movimentara para a direita / esquerda, para cima / baixo, esta peça evitará que os eixos em movimento se colidam contra outros componentes que estarão próximos uns dos outros.



Figura 20 - Chave Fim de Curso

3.1.12. Motores De passo Nema 17 kgf

Digamos que este componente seria o componente de mais utilizado da impressora, através dele que será possível fazer os devidos movimentos em que a impressão estará pedindo. Iremos utilizar nesta montagem 5 motores de passo, 2 utilizaremos no eixo Z (subida e descida da Mesa aquecida), 1 motor no eixo Y, 1 no

eixo X, e outro estará acoplado a extrusora. Foi escolhido o motor Nema 17 por ser um motor slin, compacto e com grande força motriz, como não iremos esforçar tanto o motor com cargas pesadas, este tipo de componente se torno a melhor escolha para a impressão 3D.



Figura 21 - Motores Nema 17

3.1.13. Extrusora de Filamento

Este componente digamos que seja um Upa Grade na impressora. Este item ajudara a puxar o filamento (material usado para imprimir), durante todo o processo de impressão, assim evitamos de forçar muito o bico da impressora. Ele e composto por um motor Nema 17, 2 pequenas engrenagens que irão fixar no fio do filamento e puxa- ló do rolo para o bico de impressão.



Figura 22 - Extrusora Acoplado ao Motor Nema

3.1.14. Imagem do kit Completo

Aqui temos a imagem dos componentes eletrônicos da impressora, e também uma tabela com os valores investidos para fabricação da impressora.



Figura 23 - kit Completo Ramps 1.4

QTD	DESCRIÇÃO DE MATERIAIS	PREÇO	OBS
1	Kit Ramps-1.4		Kit
1	Hot Bend	198,00	
4	Chave Fim de Curso		
1	Fonte 12v	80,00	
5	Motor Passo Nema 17-42+42X40	208,00	
2	Fuso 500mm- Diâmetro de 8mm	96,00	
4	Polia Dentada 5mm	72,00	
4	Polia Dentada 8mm		
4	Polia Lisa 5mm	53,70	
2	Polia Dupla GT2 8mm	23,80	
1	Tracionador	99,40	
2	Barra 565mm	400,00	Perfil 30X30
2	Barra 510mm		
2	Barra 500mm		
4	Barra 435mm		
1	Cooler 40mm	76,34	Kit
1	Head Holeand		
1	Cooler Fan	11,45	
7	Pillow Block	119,00	Kit com 10
3	Eixo Barra de 500mm	40,00	
4	Eixo Barra de 430mm		
1	Correia 860mm	25,64	
2	Correia 800mm		
1	Correia 400mm	21,50	
2	Correia 150mm	41,80	
1	Correia 110mm	20,00	
4	KFL 08	47,25	
2	KP Macal 08	21,00	
12	SHF Suporte d' Eixo	110,00	
2	Porca Trava Fuso	39,90	
4	Parafuso Mesa Aquecida	16,90	
		1.821,68	

Tabela 1 - Tabela Peças Impressora 3D

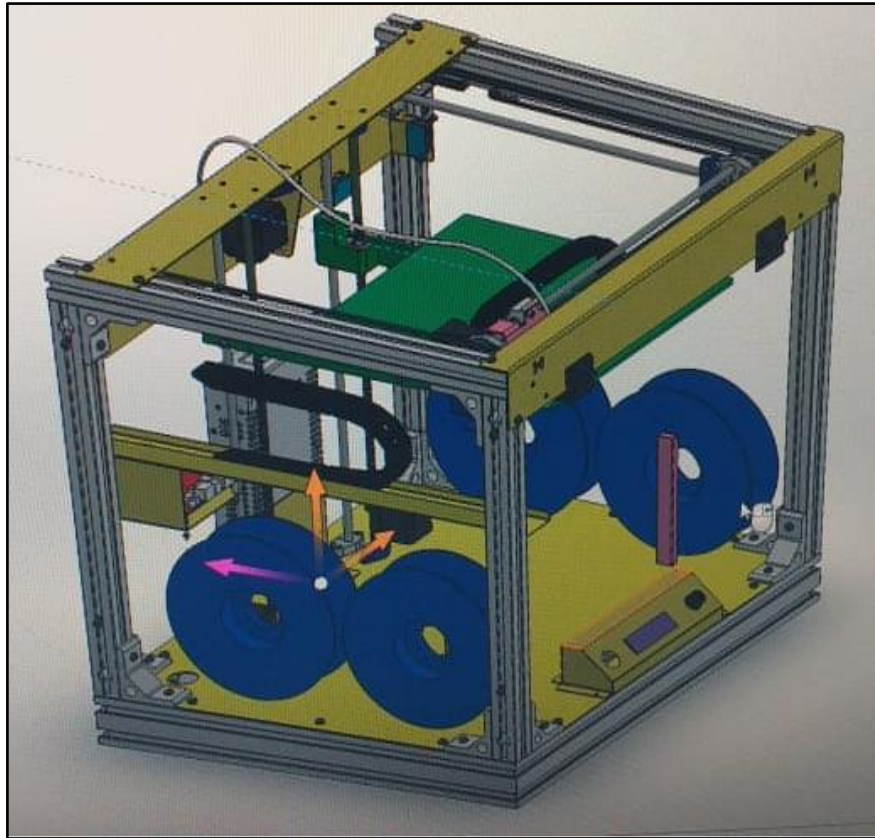


Figura 24 - Projeto 3D

3.2. Software De modelamento e Criação de Arquivos 3D

Para podermos estar iniciando qualquer tipo de impressão 3D, necessitamos criar estes arquivos, porém para criarmos estes arquivos, necessitamos de um programa específico para modelamento ou desenho 3D. Hoje no mercado existem muitos tipos de software ou programas, que nos ajudam a fazer este tipo de criação. Irei mencionar alguns dos modelos mais utilizados e para qual finalidade (tipo de arquivo), qual seria o melhor a utilizar.

Solidworks: Este software de criação de desenho 3D, é muito utilizado para criação de componentes mecânicos, estruturas, máquinas entre outros.

ZBrush: Software desenvolvido para criação de personagens ou melhor modelamento de pessoas, Action Figure (Desenho Aninado ou Desenho de Ação).

Meshmixer: Um dos melhores Softwares de modelamento e criação de arquivos para impressão 3d.

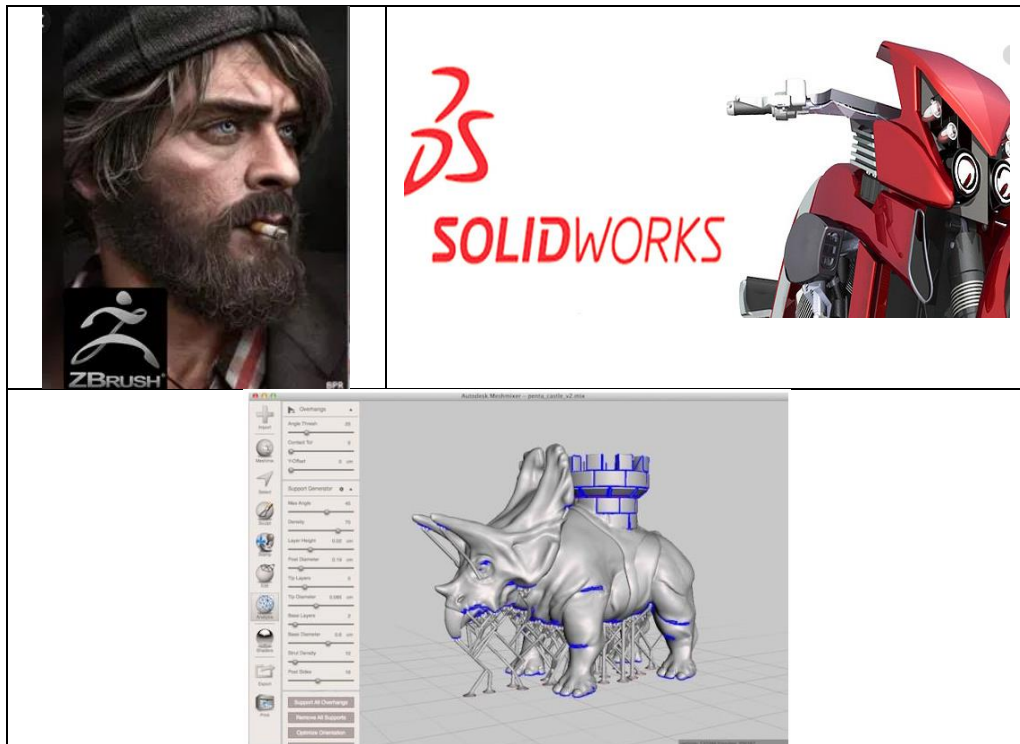


Figura 25 - ZBrush / Solidworks

Fonte: (www.google.com/imagens) acesso 24/05/2021

Para podermos estar imprimindo qualquer tipo de arquivo feito em qualquer software de modelamento, é necessário que este arquivo tenha sido salvo na extensão correta. Todos os arquivos têm que serem salvos como STL, mas o que seria um arquivo STL?

O conjunto de letras STL foi inicialmente criado não como um acrônimo e sim através da utilização de algumas letras da palavra STereoLithography – palavra em inglês para o termo estereolitografia – no entanto, ao longo dos anos acabou sendo atribuído a esse termo diferentes significados, como por exemplo “Standard Triangle Language” (Linguagem Padrão do Triângulo) ou mesmo “Standard Tessellation Language” (Linguagem deTesselação Padrão). No entanto o mais importante não é a origem do nome STL, e sim o que esse arquivo é.

Além da impressão 3D, o formato STL também é vastamente utilizado por softwares de análise estrutural de elementos finitos, os chamados softwares CAE. A razão disso é bem simples. Tanto para impressão 3D quanto em análise de elementos finitos, o que se faz é desmembrar um arquivo 3D em partes infinitamente menores,

as fatias de impressão. Para isso, a construção de uma malha triangular que produz o modelo STL é perfeita.

A criação de um arquivo STL consiste em converter sua casca externa em uma infinidade de triângulos para tornar o arquivo possível de ser impresso. A escolha dos triângulos se dá pelo fato de ser a figura geométrica mais próxima de um vetor. O triângulo possui intensidade, direção e sentido, propriedades fundamentais para a impressão 3D.

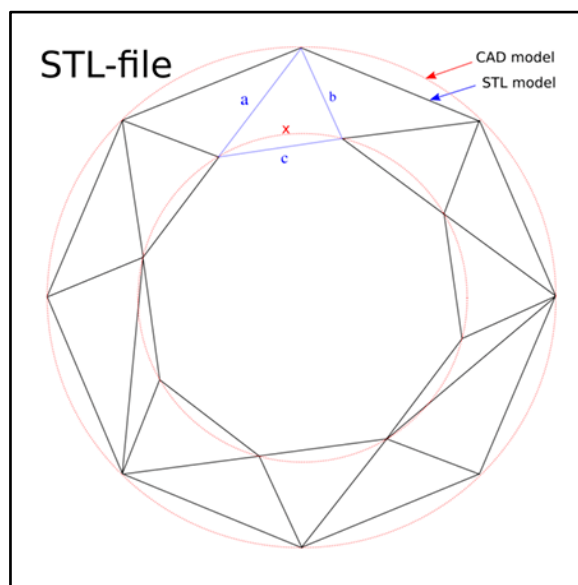


Figura 26 - Propriedades 3D

Fonte: (<https://3dlab.com.br/> acesso 28/05/2021)

Após isso teremos um arquivo STL finalizado e pronto para impressão.

Materiais Primas utilizadas por Impressora 3D

Após a finalização do arquivo 3d a ser impresso, necessitamos decidir qual material ele será impresso. Para isso devemos analisar para qual será o intuito da peça a ser impressa. Hoje existe no mercado muito materiais para impressão, eles são chamados de filamento. Geralmente são adquiridos em rolos com capacidade de 500 gramas á 1 kg e tem um diâmetro de 1.75 mm. Existem inúmeras cores, mas o mais importante é a características deste material, a dureza, rigidez, contração, etc. Abaixo uma lista dos materiais, mas utilizados na impressão 3d e também um estudo de carga e ensaio mecânico realizado pela empresa 3DLab, fabricante de filamento.

3.3. Análise do gráfico do ensaio de tração

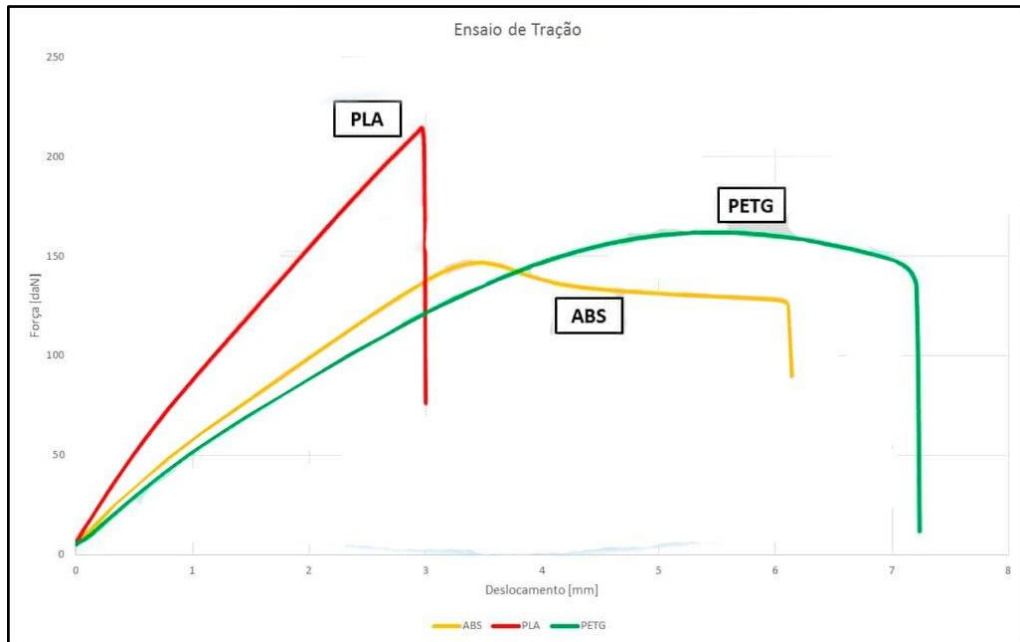


Figura 27 - Análise Gráfica Deformação

Fonte: (<https://3dlab.com.br/> acesso 28/05/2021)

- **PLA:**

com o gráfico, vemos que o PLA é o material que suportou maior carga estática, 215daN, ou aproximadamente 215kg de força. Porém, ele não tem grande deformação antes do rompimento, ou seja, ele é pouco dúctil.

- **ABS:**

comparado ao PLA, o ABS suportou menos carga estática. Porém, ele tem um período de deformação bem maior, ou seja, é um material mais dúctil. Em 100daN ele deformou 2mm, o que o coloca em uma categoria de material interessante no aspecto de absorção de carga.

- **PETG:**

foi claramente o material mais nobre dos testados. Suportou 162kg aproximadamente, porém absorveu 7,2mm de deformação antes de sua ruptura. Comparado ao ABS ele suporta mais carga e é mais dúctil. Comparado ao PLA, não suportou tanta carga, porém aceitou uma deformação bem grande.

- **Visão geral:**

mecanicamente falando, o melhor material entre os avaliados é o PETG. Ele abrange mais possibilidades de impressão de peças pois é o que possui melhor resistência mecânica.

Porém, se a finalidade é suportar uma força um pouco maior, o PLA será o indicado. Lembre-se de que estamos falando de força estática, pois ele não aceita deformação conforme vimos.

Embora não é só este aspecto que devemos levar em consideração para a melhor escolha do material.

3.4. Tabela de propriedades dos materiais para impressora 3D

Propriedades Materia Prima 3D LAB - Grãos			
Propriedades	PLA	ABS Premium	PETG
Densidade	1,24 [g/cm ³]	1,04 [g/cm ³]	1,27 [g/cm ³]
Temp. Fusão	185 [°C]	220 [°C]	240 [°C]
Tg	60 [°C]	100 [°C]	85 [°C]
Tensão de Escoamento	66 [Mpa]	38 [Mpa]	51 [Mpa]
Resistencia a Flexão	130 [Mpa]	66 [Mpa]	72 [Mpa]
Modulo de Elasticidade	4350 [Mpa]	2200 [Mpa]	2120[Mpa]
Resultado ensaio de Tração segundo a Norma ASTM D 638 - Corpo de provas Impresso			
Propriedades	PLA	ABS Premium	PETG
Tensão de Escoamento	24,8 [Mpa]	14,7[Mpa]	18,6 [Mpa]
Modulo de Elasticidade	1896,0 [Mpa]	1335,9 [Mpa]	1067,9 [Mpa]
Tensão de Ruptura	46 [Mpa]	29 [Mpa]	32,6 [Mpa]
Alongamento	3,69 [%]	7,08 [%]	7,74 [%]
Resultado ensaio de Dureza segundo a Norma ASTM D 2240 - Corpo de provas Impresso			
Dureza Shore D	85 [Shore D]	74 [Shore D]	75 [Shore D]
Resultado ensaio HTD segundo a Norma ISO 75 - Corpo de provas Impresso			
Temperatura HDT	55,11°C	86,13°C	67,3 °C

Tabela 2 - Tabela Propriedades

Fonte: (<https://3dlab.com.br/> acesso 28/05/2021)

Na tabela 2, além de visualizar numericamente o que o gráfico indicou, adiciona algumas propriedades interessantes aos polímeros.

O ensaio HDT é contido na norma ISO 75. Basicamente aplica-se uma tensão, prevista em norma, a um corpo de prova normatizado, mergulha-se esse corpo em um banho e varia-se a temperatura do banho.

À medida que a temperatura vai aumentando, o corpo de prova vai se deformando, até atingir o deslocamento previsto na norma. A temperatura para deformar o corpo de prova com determinada tensão aplicada é a temperatura suportada no ensaio de HDT. Esse ensaio basicamente nos mostra qual a temperatura que cada material suporta sem se deformar.

3.4.1. PLA

Possui temperatura de fusão baixa, de 180°C, e Tg de 60°C. Ou seja, a partir de 60°C as moléculas internas começam a se mover e a peça começa a “amolecer”. Isso é ruim se tratando de peças que precisam ser expostas ao sol, porém é uma vantagem já que pode ser impresso com impressora aberta, sem Warp, e baixa temperatura da mesa (ainda assim, com boa aderência).

Melhor dureza superficial — 85 Shore D. Significa que é o material que mais suporta desgaste superficial ou atrito. Porém, pensando em acabamento posterior com lixa, será o menos “lixável”. A temperatura do ensaio HTD ficou próxima da temperatura de TG.

3.4.2. ABS

Possui a maior temperatura de Tg entre os materiais testados: em torno de 100°C. Isto é, ele é o que melhor suporta temperatura entre os materiais aqui avaliados. Entretanto, sua dureza superficial baixa em relação aos demais desqualifica-o para utilização em peças que necessitam de maior contato.

O que, em contrapartida, o torna muito fácil de lixar. Consequentemente, o filamento ABS possui uma certa facilidade em acabamento (sendo possível utilizar acetona pura par acabamento superficial). Também foi o material com a maior temperatura no ensaio HDT, podendo inclusive ser exposto ao sol.

3.4.3. PETG

Associado a boa resistência mecânica, também possui uma resistência a temperatura que suporta exposição ao sol. Para uma boa aderência na mesa, não é necessário aquecer muito – algo em torno de 85°C, podendo ser impresso até em mesa fria. Seu Warp é baixo, possibilitando a utilização em impressora aberta. Sua dureza superficial é baixa, o que gera um acabamento por lixa tão bom quanto o ABS.

Quimicamente, o PETG é um material muito resistente, o que dificulta o acabamento pelos produtos como acetona. Porém, para o transporte ou contato com materiais químicos, ele é o mais indicado. É importante dizer que o filamento PETG é o único com o selo de Material Food Safety, ou seja, se trata de um material que pode entrar em contato com alimentos. Lembrando que após ser impresso, ele adquire as impurezas do processo.

é por isso que para cada utilização indicamos o entendimento das propriedades de cada material. Pois saber a real utilização da peça pode evitar uma possível quebra ou retrabalho com outro material.

3.5. Software de fatiamento

3.5.1. O que são fatiadores 3D

Antes de tudo, você precisa saber que os fatiadores 3D são os programas responsáveis por transformar o modelo digital de um objeto num arquivo especial de formato GCODE. O programa tem a função de, literalmente, fatiar a peça em inúmeras camadas e definir as coordenadas que a impressora 3D deve seguir.

Dentro deste programa é possível definir a velocidade, a altura das camadas, a porcentagem de preenchimento da peça, os perímetros etc.

3.5.2. Fatiadores 3D e o passo a passo da impressão

O fatiamento é a segunda de quatro etapas que fazem parte do processo completo de impressão 3D. Para ser fatiada, é preciso que a peça tenha sido criada antes num software de modelagem digital. Confira abaixo uma explicação sobre cada um dos estágios:

1. Modelo 3D:

Nesta primeira etapa, um arquivo digital da peça é criado em um software de modelagem 3D e serve como base para o restante do processo. Programas como o Solidworks, CATIA e o Solid Edge são alguns dos mais utilizados hoje em dia;

2. Fatiamento:

Feita a modelagem, o arquivo é transformado pelo fatiador 3D no formato GCODE. O fatiamento é a hora de definir os parâmetros de impressão e as características que a peça vai ter;

3. Impressão:

Esse é o momento que a impressora 3D realmente começa a funcionar. Ela inicia a fabricação do objeto de acordo com as coordenadas exatas definidas pelo fatiador 3D;

4. Finalização:

Após a impressão do objeto, é normal que alguma parte precise de finalização. Esse acabamento pode ser por meio de lixamento, remoção de material (Raft 3D, Skirt ou Brim) ou uso de solventes.

Disponível: (<https://3dlab.com.br/fatiadores-3d/>)

Para isso temos no mercado inúmeros programas de fatiamento de arquivos STL, como Slic3r, Simplify3D, Cura. Eu estarei utilizando o programa Ultimaker Cura, por ser um programa gratuito e bem completo e que irá me atender aos tipos de impressão que irei imprimir. Após fazermos toda a configuração de fatiamento da peça ser imprimida, já podemos iniciar a impressão e aguardar o maravilhoso arquivo ser impresso. Abaixo imagem do programa e de um arquivo com os parâmetros prontos para impressão.

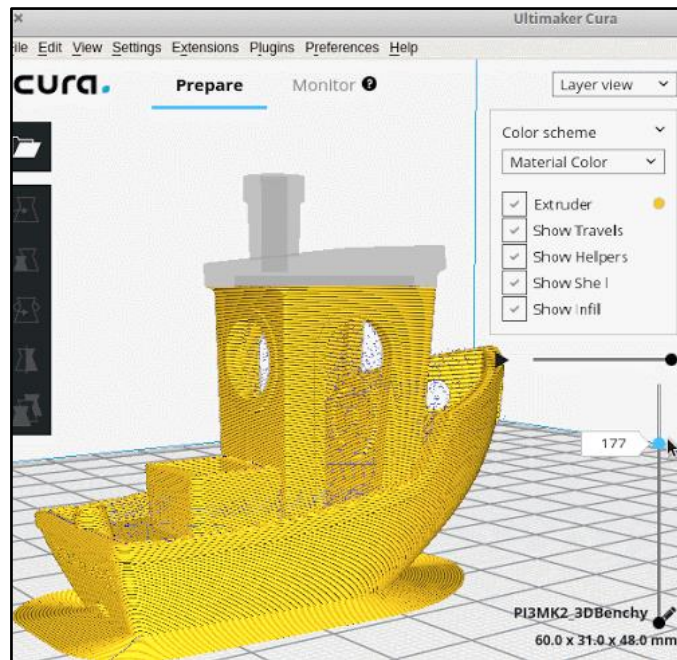


Figura 28 - Arquivo Pronto Para Impressão

Fonte: (<https://3dlab.com.br/> acesso 28/05/2021)

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Foi escolhido este tipo de projeto, visando o avanço da tecnologia e também o momento em que estamos passando. Creio que muitas pessoas que estejam procurando um tipo de renda extra, mesmo como pouco conhecimento em mecânica ou eletrônica, podem adquirir uma impressora 3D já fabricada. Isso ajuda a pessoa a conseguir ajudar sua família com uma renda extra. Eu também não tinha muito conhecimento com impressão 3d, porém hoje o acesso a esse tipo de ferramenta está gigantesca. Existem muitos grupos na internet com troca de informação, ajuda e que estão dispostos a realmente ajudar o companheiro que quer seguir no caminho da impressão 3d, eu mesmo obtive inúmeras ajudas de pessoas que nunca havia visto na minha vida, ficaram muitas vezes cerca de 2 horas me ajudando na configuração e instalação de alguns componentes.

Com isso vejo que além de adquirir um grande conhecimento técnico realizando este projeto, também posso estar complementando a minha renda com desenvolvimento de peças protótipos para variadas empresas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Fonte: <https://done3d.com.br/historia-das-impressoras-3d/Data:28/05/2021>

Fonte: Fonte: Museu Bullock 28/05/2021

GIL, Antônio Carlos. Métodos e técnicas de pesquisa social / Antônio Carlos Gil. 6. Ed. – 5. Reimpr. - São Paulo: Atlas, 2012.

GODOY, ARILDA S.; Refletindo Sobre Critérios de Qualidade da Pesquisa Qualitativa. Gestão.Org, v. 3, n. 2, p. 10. Mai. / Ago. 2005. Disponível em: <<http://www.revista.ufpe.br>>. Acesso em: 05 Maio 2018. ISSN 1679-1827

CELLI, K.; RAY, L.; MILL, J." Clear as Mud": Toward greater clarity in gen.

eric qualitative research. International Journal of Qualitative Methods,v. 2, n. 2, 2003

Disponível em http://www.ualberta.ca/~iiqm/backissues/2_2/html/caellietal.htm.

Acesso em: 05 Maio 2018

LINCOLN, Y, S; GUBA, E. G. Paradigmatic controversies, contradictions, and emerging confluences. In: Denzin, N. K.; LINCOLN, Y. S. (ed) Handbook of qualitative research. 2en ed Thousand Oaks, CA: Sage, 2000

MERRIAM, S.B. Qualitative research in practice: examples for discussion and analysis. San Francisco: Jossey-Base, 2002.