



V Encontro de Iniciação Científica e Tecnológica
V EnICT
ISSN: 2526-6772
IFSP – Câmpus Araraquara
22 e 23 de outubro de 2020



CONSTRUÇÃO DE UMA IMPRESSORA 3D DE BAIXO CUSTO

Arthur Ribeiro Costa¹, Fernando de Haro Moraes²

¹ Cursando Técnico em Mecânica, Bolsista INOVA, IFSP Campus Araraquara, arthurrcreatf336@gmail.com

² IFSP Campus Araraquara, fernandohm@ifsp.edu.br

Área de conhecimento (Tabela CNPq): Área Exemplo – 3.05.04.04-1

RESUMO: O desenvolvimento, fabricação e lançamento de novos produtos ocorrem em um ritmo muito rápido e para as indústrias acompanharem esse ritmo é necessário a utilização de máquinas que as auxiliem nesses processos. A impressora 3d é uma máquina que apresenta a diminuição de custos, materiais e tempo em relação a outros processos de fabricação como usinagem, fundição, moldagem, além de apresentar o detalhamento interno das peças preciso. Ela é capaz de fazer peças de diversos materiais, exclusivas e possui grande portabilidade. Este trabalho tem como objetivo apresentar a construção de uma impressora 3d de baixo custo com pequeno porte e construída a partir de materiais reciclados. A impressora 3d apresentada é do tipo por extrusão e utilizará a modelagem 3d denominada FDM (modelagem por fusão e deposição ou deposição termoplástica). Serão apresentados os componentes constituintes da impressora assim como as características de funcionamento e os custos de fabricação. A impressora construída apresentou desempenho satisfatório sendo capaz de realizar impressões 3D precisas, com boa qualidade de solidificação e união do material depositado. O custo de fabricação da impressora é inferior ao custo das impressoras comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: Impressora 3D; Baixo custo; Modelagem por fusão

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento, fabricação e lançamento de novos produtos ocorrem em um ritmo muito rápido e para as indústrias acompanharem esse ritmo é necessário a utilização de máquinas que as auxiliem nesses processos. A impressora 3d é uma máquina que apresenta a diminuição de custos, materiais e tempo em relação a outros processos de fabricação como usinagem, fundição, moldagem, além de apresentar o detalhamento interno das peças preciso. Ela é capaz de fazer peças de diversos materiais, exclusivas e possui grande portabilidade.

A impressora 3d possui amplo espaço nos sistemas de manufatura flexível, podendo se adequarem rapidamente as necessidades do mercado. Esta impressora deste projeto foi utilizada na confecção de protetores faciais, os quais foram doados aos hospitais locais. Foram impressos um total de 40 protetores faciais. Os pesquisadores envolvidos no projeto tiveram visualização na mídia televisiva local assim como em jornais impressos locais e sites de notícias figura-1 e figura-2.

Este trabalho tem como objetivo apresentar a construção de uma impressora 3d de baixo custo com pequeno porte e construída a partir de materiais reciclados. A impressora 3d apresentada é do tipo por extrusão e utilizará a modelagem 3d denominada FDM (modelagem por fusão e deposição ou deposição termoplástica). Serão apresentados os componentes constituintes da impressora assim como as características de funcionamento e os custos de fabricação.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

As impressoras 3D podem ser de diversos tipos de funcionamento, de acordo com o estado inicial da matéria prima, fonte de energia, método de sobreposição das camadas e a condição sobre a qual a peça é confeccionada (XU et al., 1999), os principais tipos serão listados a seguir:

- DLP (processamento digital de luz) a qual refere-se a impressão realizada com resina e luz direta. É solidificada uma camada inteira de cada vez. A luz utilizada é diferente do laser.



FIGURA 1. Protetores faciais impressos.
Fonte: próprio autor.



FIGURA 2. Divulgação na mídia local.
Fonte: próprio autor.

- Síntese a laser, a qual faz uso do laser para solidificar o material de impressão, o qual é um pó. A solidificação ocorre obrigatoriamente dentro de uma câmara fechada. Pode imprimir materiais como vidro, metal, cerâmica entre outros.

- SLS (Sinterização seletiva a laser) semelhante ao processo anterior, mas agora o laser funde de forma seletiva o pó, formando as camadas. Neste processo pode se fundir nylon, vidros e alguns metais.

- Jato de tinta, a qual pode ser do tipo que a cabeça injetora lança um material aglutinante sobre o pó de resina a ser solidificado e o outro tipo é o que a cabeça injetora injeta a própria resina a ser solidificada.

- SLA (Aparato Estereolitográfico) é um dos métodos mais utilizados e consiste em um laser ultra violeta para solidificar finas camadas de resina líquida foto sensível.

- FDM (modelagem por fusão e deposição), é o tipo de impressora 3d mais comum e de simples funcionamento (AZEVEDO 2013). A FDM possui um cabeçote de extrusão que consiste em aquecer uma resistência, a qual funde um polímero, o qual vai sendo depositado em camadas de acordo com o programa de impressão e assim ocorre a confecção da peça a ser impressa. O termo varredura, é relativa ao filamento depositado pela extrusão do processo FDM (BRANDÃO e SANT'ANNA, 2005).

A impressora 3d considerada neste projeto é constituída por um carretel com filamento plástico, o qual passa por um sistema de tração do filamento e o conduz até o cabeçote extrusor aquecido. O cabeçote extrusor funde o filamento e inicia a deposição do material sobre a placa de suporte, de acordo com o programa de impressão, o qual segue a peça desenhada no programa de modelagem 3d (FOGGIATTO et al., 2009). Lima, 2009 descreve três maneiras de preenchimento da camada, em zig zag, em revoluções e o misto de zig zag e revoluções A peça é confeccionada sobrepondo camada por camada fundida (RODRIGUES, 2000). A impressora 3d é capaz de se deslocar nas coordenadas x, y, z, sendo x e y eixos localizados no plano horizontal e z no plano vertical. Quem inventou a FDM foi Scott Crump em fins da década de 80.

METODOLOGIA

O projeto teve início a partir da escolha do modelo de impressora 3D. O modelo escolhido foi de uma impressora do tipo cartesiana. A partir deste ponto o projeto foi baseado na impressora 3D Bukito apresentada na figura 3.

A partir da lista de materiais e peças apresentadas nas tabelas a seguir, foram analisadas quais seriam as peças que poderiam ser retiradas de outros equipamentos eletrônicos, como por exemplo: impressoras ou computadores. Ao adquirir os motores iniciou-se a construção dos três eixos (X,Y e Z) a partir da estrutura feita com chapas de metal, que em seguida foram fixadas junto com a estrutura principal, construída com tubos de aço de perfil quadrado. O eixo Z, vertical possui um sistema inovador de contra peso, o qual faz o equilíbrio de forças do sistema vertical priorizando uma melhor movimentação de seus componentes. Desta maneira construiu-se a parte de movimentação do eixo vertical, figuras 4 e figura 5.

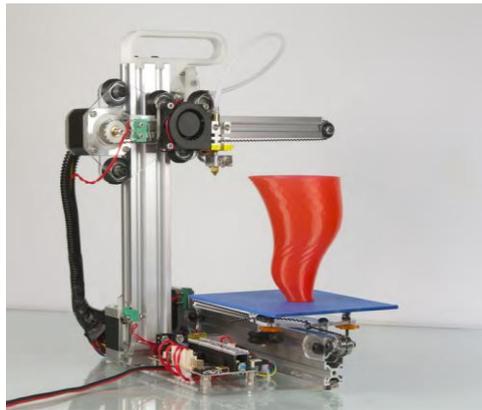


Figura 3. Modelo de impressora 3D Bukito que conta com apenas 1 eixo Z
Fonte: próprio autor.

Nos outros dois eixos (X e Y) a movimentação é feita a partir de correias dentadas. Após terminar esta etapa ligou-se os fios do sistema eletrônico, na qual foi utilizado uma placa do tipo Arduino. A placa do Arduino foi programada para fazer o controle dos motores, através dos Drives DRV 8825. Cada motor possui um controlador (driver).



FIGURA 4. Impressora 3D construída.
Fonte: próprio autor.

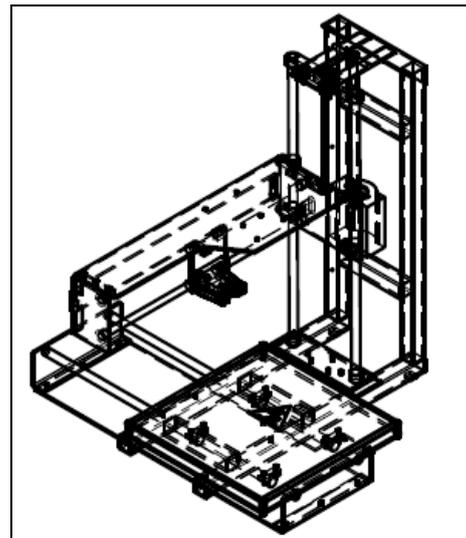


FIGURA 5. Vista isométrica do projeto.
Fonte: próprio autor.

A cama aquecida e a extrusora são alimentadas com uma fonte de tensão de 12V.

A placa controladora Arduino utiliza um programa do tipo fonte aberta e é fornecida pela Marlin, aonde também pode ser usado para controle de diferentes tipos de máquinas.

Para iniciar uma impressão, é necessário fazer um desenho em um programa de desenho mecânico de modelagem tridimensional e exportá-lo em formato STL (Standard Triangle Language).

O desenho da peça a ser impressa é transferido para a máquina de impressão 3D através de um cabo USB ou pode ser salvo em um cartão SD.

Para iniciar a impressão, a máquina deve ser ligada, iniciada e aquecida para diferentes tipos de materiais, esta máquina de impressão 3D pode utilizar os filamentos de plásticos desde que possuam o diâmetro de 1.75 mm.

A Figura 6 e 7 apresentam as vistas laterais da impressora 3d, construída e o projeto.

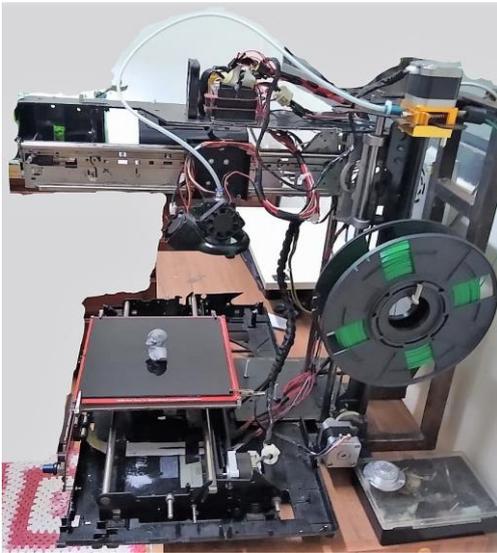


FIGURA 6. Vista lateral da Impressora 3D.
Fonte: próprio autor.

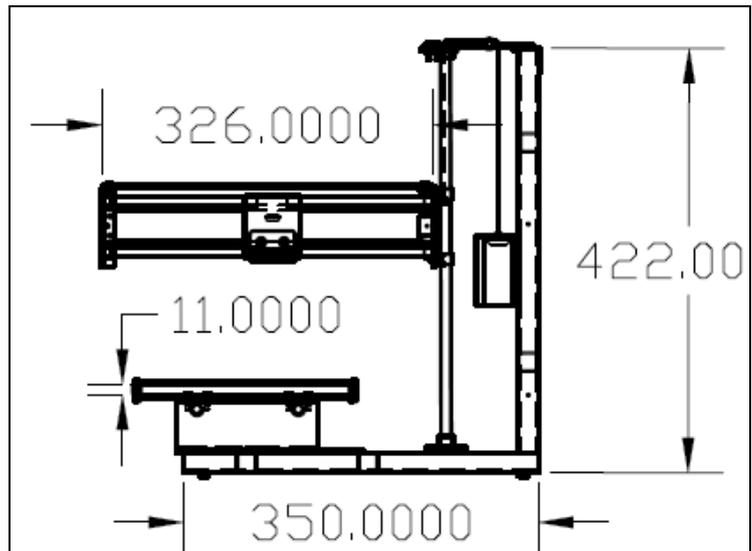


FIGURA 7. Vista lateral do projeto da impressora 3D.
Fonte: próprio autor.

A seguir é apresentado o esquema elétrico utilizado para montar o sistema eletrônico, apresentado na figura-8:

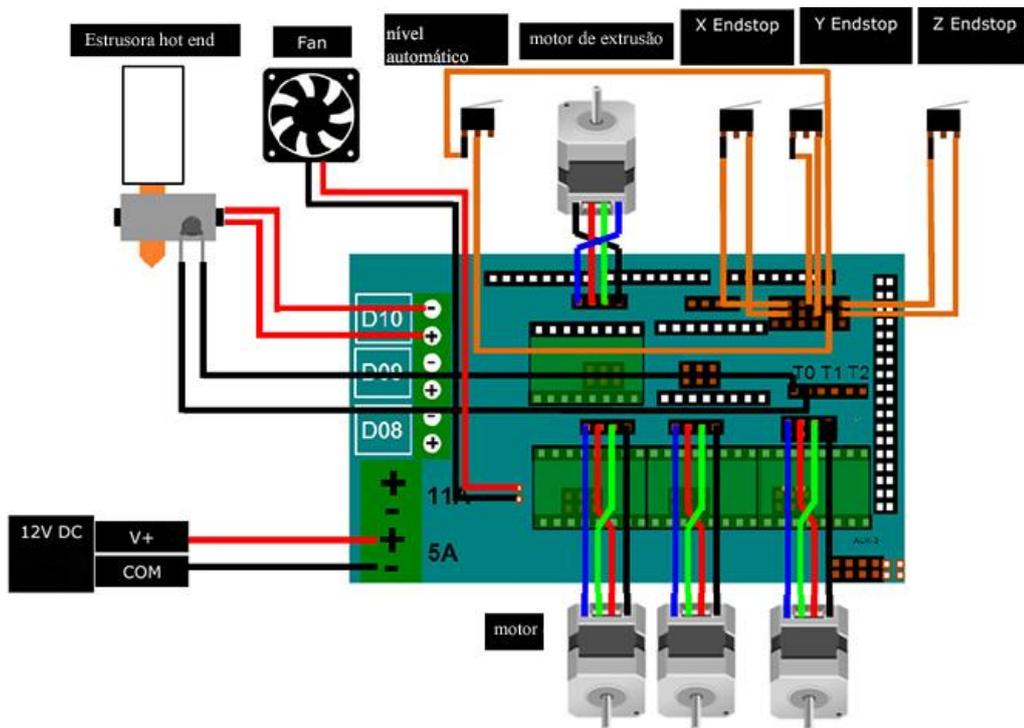


Figura 8. Esquema elétrico
Fonte: RepRap 3D printer.

Em seguida são descritas as peças e a quantidade utilizada na fabricação da impressora 3d nas tabelas a seguir. Relativo à estrutura, tabela-1:

Relativo aos elementos mecânicos utilizados, segue a tabela-2:

TABELA 2. Elementos mecânicos utilizadas no projeto.

Fonte: próprio autor.

Unidades	Descrição
04	metros de correia dentada de 6mm e 2mm
04	eixos de 450mm X 10mm para os eixos Y e Z
02	eixos de 300mm X 10mm para o eixo X
04	metros de fios de cores variadas
06	rolamentos lineares de 10mm
01	contra peso de 2,5 Kg de aço
01	rolamento de 21,5mm
04	molas de 15mm
06	polias de 2mm
01	metro de cabo de aço de 1,5mm

Relativo aos elementos elétricos utilizados, segue a tabela-3:

TABELA 3. Elementos elétricos utilizados no projeto.

Fonte: próprio autor.

Unidades	Descrição
04	Motores NEMA 17
04	Drives DRV8825
01	servo motor de 9 G

Relativo aos elementos de controle dos sistemas de movimentação, extrusão e processamento de dados utilizados, segue a tabela-4:

TABELA 4. Elementos de controle utilizados no projeto.

Fonte: próprio autor.

01	placa controladora Arduino Mega 2560
01	adaptador para o LCD
01	painel de controle display LCD 128x64 12864
01	Shield Ramps 1.4
06	endstop mecânico com cabo

Relativo aos elementos de aquecimento e extrusão utilizados, segue a tabela-5:

TABELA 5. Elementos de aquecimento e extrusão utilizados no projeto.

Fonte: próprio autor.

01	cama aquecida de 220mm X 220 mm PCB MK2b
01	extrusor v6- head
01	kit de extrusora para NEMA 17
02	coolers de 60mm X 60mm
01	cooler de 30mm

Relativo à fonte de alimentação dos sistemas elétricos utilizados, segue a tabela-6:

TABELA 6. Fonte de alimentação dos sistemas elétricos utilizadas no projeto.

Fonte: próprio autor.

Unidades	Descrição
----------	-----------

04	Fonte chaveada de 12V a 30A
04	1 Botão de 220V

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A impressora desenvolvida neste projeto apresentou desempenho satisfatório. Ela realizou impressões de dentro das tolerâncias dimensionais esperadas, de maneira contínua e com velocidade de impressão aceitável. Ela foi utilizada para realizar a impressão de 40 protetores faciais utilizadas por profissionais da saúde no início da pandemia, mostrado na figura-1. O custo desta impressora foi significativamente menor que o de uma comercial, considerando que várias peças foram reutilizadas de equipamentos descartados como as guias lineares, correias, motores de passos, os quais foram retirados de impressoras e descartadas. Assim como a estrutura foi construída a partir de materiais de custo acessível como o tubo de aço de perfil quadrado.

CONCLUSÕES

A impressora construída apresentou desempenho satisfatório sendo capaz de realizar impressões 3D precisas, com boa qualidade de solidificação e união do material depositado. O custo de fabricação desta impressora apresentada é um quarto do valor das impressoras comerciais equivalentes, podendo assim classificá-la como sendo uma impressora de baixo custo.

Espera-se com essa pesquisa estimule a cultura “*maker*” entre pesquisadores e alunos das áreas correlatas, assim como a divulgação deste tipo de máquina e a popularização e construção de impressoras 3d de baixo custo.

AGRADECIMENTOS (Opcional)

Agradeço a agência INOVA pela bolsa concedida para o aluno desenvolver a pesquisa.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, F. M. **Estudo e Projeto de Melhoria em Máquina de Impressão 3D**. 2013. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Elétrica Com ênfase em Eletrônica., Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

BRANDÃO, F. M.; SANT’ANNA, D. R. **Influência da Estratégia de Fabricação de Peças Prototipadas em FDM no Alongamento e na Resistência à Tração**. XII Congresso Nacional de Estudantes de Engenharia Mecânica, 2005, Ilha Solteira – SP.

FOGGIATO, J. A. **Utilização do Processo de Modelagem por Fusão e Deposição (FDM) na Fabricação Rápida de Insertos para a Injeção de Termoplásticos**. 2005. Tese (Doutorado) – 149 Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LIMA, M. V. A. **Modelo de Fatiamento Adaptativo para Prototipagem Rápida - Implementação no Processo de Modelagem por Fusão e Deposição (FDM)**. 2009. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Pesquisa e Pós – Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

RODRIGUEZ, J. F.; THOMAS, J. P.; RENAUD, J. E. **Characterization of the Mesostructure of Fused - Deposition Acrylonitrile – Butadiene – Styrene Materials**. Rapid Prototyping Journal. Vol. 6, No. 3, 2000, p. 175 – 185.

XU, F.; LOH, H. T.; WONG, Y. S. **Considerations and selection of optimal orientation for different rapid prototyping systems**. Rapid Prototyping Journal, v. 5, n. 2, p. 54-60, 1999.