

MONTAGEM DE UMA IMPRESSORA 3D DE CÓDIGO ABERTO MODELO KOSSEL DELTA

V.Gomes, vgomes@uesc.br¹
E.F.M.S. Silva, efmssilva@uesc.br¹
V.H.M. Almeida, vhmalmeida@uesc.br¹
M.P.L. Moura, maryisa.lima@gmail.com¹
J. Dahlke, jonatadahke@hotmail.com

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus - BA, Brasil,

Resumo: Nos últimos 30 anos as mudanças promovidas pela adoção dos processos de manufatura aditiva vem despertando grande interesse da comunidade científica. O emprego da manufatura aditiva ou impressão 3D como é mais conhecida é de grande utilidade em prototipagem rápida, produção em baixa e média escala e produtos customizados. O grande diferencial das impressoras 3D é o fato de operarem depositando material, enquanto outras máquinas de manufatura convencional trabalham removendo partes de um bloco do material até chegar à forma desejada ou despejando material fundido em um molde. Na impressão 3D camadas do material são depositadas umas sobre as outras até formar o objeto final. O processo de impressão tridimensional engloba a fabricação de uma peça a partir de um modelo digital tridimensional em CAD. Este modelo é então dividido em camadas por um algoritmo de fatiamento, onde cada fatia pode possuir entre 150,0µm a 300,0µm de espessura, criando assim informações com mais ou menos detalhes sobre cada corte transversal. A máquina de impressão tridimensional montada nesse trabalho utiliza a tecnologia Fused Deposition Modeling (FDM), no qual a modelagem é feita por fusão e deposição de polímeros como o Acrilonitrilo-butadieno-estireno (ABS) ou Ácido Polilático (PLA). Este projeto teve por objetivo pesquisar e estudar os conceitos que envolvem a impressão 3D de código aberto e na escolha de um modelo para atender os alunos do curso de Engenharia Mecânica da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) e posteriormente otimizar a estrutura física e os parâmetros de funcionamento. A escolha do modelo Kossel foi em virtude do modelo de coordenadas no qual a impressora é montada, como a maioria dos modelos mecânicos tem o formato cilíndrico. Após a construção, calibração e nivelamento da impressora os valores de tolerâncias geométricas e acabamento foram satisfatórios em comparação com outras impressoras comerciais.

Palavras-chave: Impressora 3D, Kossel Delta, Código Aberto, Faça Você Mesmo

1. INTRODUÇÃO

Os processos e tecnologias de manufatura que não se encaixam perfeitamente na classificação padrão são tecnologias que foram adaptadas de processos e operações de fabricação convencionais ou desenvolvidas a partir do zero para proporcionar funções especiais ou necessidades aos projetistas e fabricantes. A inserção de novos processos vem revolucionando o mercado, principalmente as técnicas de manufatura aditiva, que permite fabricar quaisquer peças utilizando softwares e hardwares específicos, é a impressão em 3D. Em outras palavras, é criar um objeto sólido real a partir de um desenho tridimensional feito por um programa de computador (HOPKINSON; HAGUE; DICKENS, 2005).

Com o crescente desenvolvimento, não é difícil imaginar que certamente haveria o desenvolvimento de uma impressora que fosse capaz de imprimir objetos em 3D (3 dimensões).

A tecnologia de impressão em 3D ainda surpreende muitas pessoas com sua forma de materializar peças de maneira rápida e inovadora. No entanto essa tecnologia já existe a 30 anos quando os processos de produção eram ainda mais demorados e onerosos em relação aos dias atuais. Foi no ano de 1983 que o engenheiro Charles (“Chuck”) Hull produziu a primeira peça impressa em 3D, criando a estereolitografia, no ano seguinte ele registra a patente desse equipamento e em 1986 a 3D Systems é cofundada por Chuck Hull que se tornou a primeira empresa de impressão 3D do mundo onde comercializou a primeira impressora em 3D em 1987 ((DOS SANTOS NETO, 2017; 3D SYSTEMS, 2017).

Ao longo desses 30 anos a tecnologia foi sendo cada vez mais aprimorada e as impressoras em 3D se tornaram mais e mais presentes nos processos produtivos de indústrias, no dia a dia de empresas, em pesquisas acadêmicas e hoje até mesmo em algumas residências.

A impressão tridimensional é um processo inovador de prototipagem rápida que diminuiu consideravelmente o tempo de manufatura de modelos e de partes de protótipos e da fabricação de ferramentas de máquinas. A fabricação de protótipos através dos processos convencionais de fabricação envolve muitas horas de máquinas, tempo excessivo com passos lentos e custo alto que, impressoras tridimensionais realizam em um único passo, em tempo reduzido. A redução de tempo e de custo proporcionada pela impressão tridimensional revolucionou a prototipagem e a manufatura (GARCIA, 2010; LIPSON; KURMA, 2013).

Estima-se que essas técnicas permitam economizar 75% do tempo e custos envolvidos na fabricação das ferramentas (GORNI, 2001).

O processo de produção de protótipos consiste em projetar e manufaturar o modelo de um produto ou peça a ser construído. Apesar dos métodos antigos serem simples quando comparados com os métodos atuais, torna-se inviável quando se pretende criar formas geométricas complexas, vistas em cortes, ou quando o tempo de manufatura precisa ser reduzido.

A partir daí a impressora 3D poderá criar o projeto físico com materiais variados como resinas, cerâmicas, metais e principalmente polímeros para confecção das peças.

Cada vez mais empresas estão adotando a tecnologia de impressão 3D para materializar seus protótipos e pilotos de novos produtos, acelerando o feedback utilização, corrigindo falhas rapidamente, inovando em tempo recorde, produzindo pequenos lotes mais baratos e mais rápidos (HOPKINSON; HAGUE; DICKENS, 2005).

Esse tipo de tecnologia vem com o intuito de modificar o mercado tecnológico a fim de facilitar a produção de peças únicas, que antes só podiam ser adquiridas em lojas ou fábricas e agora podem ser produzidas na casa dos consumidores. Essa tecnologia também é de fácil utilização, já que ela não exige um conhecimento específico, só a colocação correta dos cartuchos e o envio correto das informações para o software que realiza todas as operações necessárias para a produção do objeto desejado.

A impressão 3D funciona com um arquivo 3D sendo gerado na ferramenta CAD e depois este mesmo arquivo é salvo no formato STL, e o mesmo é mandado para a placa eletrônica (KEYBOARD) por um GCode onde está interpreta as coordenadas passadas no CAD e passa para os motores de passo (AXIS), que mandam as coordenadas para a extrusora (EXTRUDER) que interpreta e as passa para o bico de impressão para que ele possa ir depositando o material que está sendo utilizado (que pode ser plástico, metal entre outros), camada por camada na superfície de impressão (PRINTER BED) para que o objeto final desejado seja modelado de acordo com as instruções passadas no CAD (GARCIA, 2010; BAIÃO, 2012).

2. MATERIAIS

As principais partes analógicas que constituem essa impressora são: extrusora, controle de aquecedor, controle de aquecedor da cama de impressão e motor de passo de controle, enquanto a parte digital da impressora é representada pelo micro controlador que é utilizado para controle do processo de impressão e para comunicação com um computador e um cartão de memória SD.

Uma impressora 3D basicamente é dividida nas seguintes partes: estrutura física, parte eletrônica e mecânica.

2.1. Extrusora

Extrusora é o conjunto todo que compõe a parte da impressora que fará com que o plástico seja empurrado para ser derretido e depositado na mesa para formação da peça. A extrusora terá o papel de extrudar o filamento e fabricar um produto sem a necessidade de ferramentas ou desperdício de material, como pode ser visto na Fig.1. (GARCIA, 2010; BAIÃO, 2012).



Figura 1: Extrusora utilizada na Impressora Kossel Delta 3D

2.2. Hotend

Hotend é o Conjunto composto pelo nozzle, bloco aquecedor, cartucho aquecedor, sensor de temperatura, heat sink, tubo garganta e algumas vezes tubo ptfe. Parte responsável pelo derretimento do filamento, como pode ser observado na Fig.2.

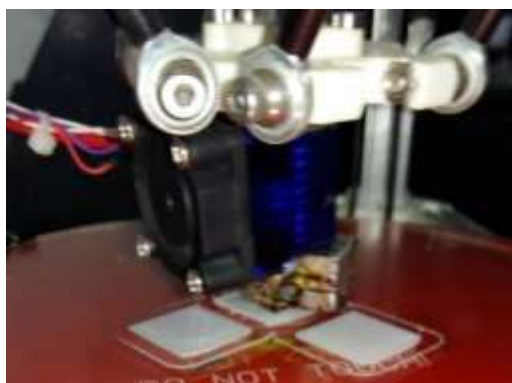


Figura 2: Hotend utilizado na Impressora Kossel Delta 3D

2.3. Mesa aquecida

Mesa aquecida é a Placa que tem o objetivo de fixar a peça durante a impressão para que a mesma não se solte e estrague o projeto, Fig.3.



Figura 3: Mesa aquecida utilizada na Impressora Kossel Delta 3D

2.4. Software

É uma linguagem de máquinas para controle, que possibilita a impressão de diversos objetos. Essa ferramenta é utilizada para que haja a comunicação entre software e a impressora. Indiferente da modelação usada, no final deverá ter um arquivo que suporte a transferência da ferramenta para a impressora. Esse arquivo pode ser um arquivo .STL ou .IGES, desde que ele seja capaz de ser interpretado pela impressora.

Para converter a instrução do .STL ou de outra extensão de arquivo é necessário um software para transformar esse arquivo num programa de fabricação e para isso tem-se o Gcode, que é o standard para o controle de máquinas CNC.

2.5. Parte eletrônica

A parte eletrônica da impressora é o coração para controle da movimentação e aquecimento das partes físicas da impressora.

O **Arduino** é um micro controlador, que tem a função de comandar outros componentes como motores e o hot end. Hot End é o "bico" da impressora e por ele que passará o filamento que será impresso dando o formato as peças (BERTOLA; MARTINS, 2017).

O papel do Arduino será passar as instruções do software de impressão para a impressora 3D. Também é por meio dele que é feito o controle dos motores de passo.

A **Ramps 1.4** tem por função fazer as ligações e o controle das correntes de cada componente que é necessário ser controlado na hora da impressão como motores, mesa aquecida e bico aquecido por exemplo. Nela vai a ligação de todos os fios que a impressora possui e nesta hora que a organização é essencial para um bom funcionamento

A fonte de alimentação é um item essencial para uma impressora 3D. Normalmente pode ser usado fontes chaveadas, fontes que possuem a potência adequada.

Os **motores de passo** são responsáveis pelas movimentações dos eixos x, y e z (base, extrusora e a hot end, respectivamente). Os movimentos dos eixos devem ser precisos pois qualquer falha na movimentação pode comprometer a peça toda.

Termistores são sensores de temperatura. Basicamente são resistores que variam a resistência com a variação da temperatura. Esses sensores são de extrema importância para o funcionamento da impressora, são eles que vão definir se a Ramps alimenta mais ou não alimenta o cartucho que aquece o bico ou a mesa.

Micro Switch: São chaves que interrompem ou não um circuito quando pressionadas. São utilizadas para definir onde é o zero da impressora. Uma impressora caseira não possui uma precisão excelente e com o tempo vai se perdendo as referências de onde é cada lugar. Então se coloca micro switches nos eixos da impressora para definir onde será o marco zero da impressão. É importante sempre definir o marco zero pois é muito utilizado para calibrar a altura do nozzle em relação a mesa (BAIÃO, 2012).

2.6. Mecânica

Para a maioria das impressoras a estrutura é feita de madeira ou perfis de alumínio. Existem também algumas partes que são essenciais ao montar uma impressora e que merecem um destaque maior logo serão citadas abaixo.

Eixos - Por ser uma impressora 3D significa que existem 3 eixos chamados de X, Y e Z. O eixo Y é aquele em que olhando a impressora de frente faz com que o bico ande no sentido longitudinal, ou seja, para frente e para trás. O eixo Z é aquele que faz o bico subir e descer, ou seja, que controla a altura. Por exclusão e não menos importante temos o eixo X que faz o caminho de direita e esquerda.

Para que o bico extrusor percorra a mesa e deposite o material é necessário haver uma guia. Normalmente se usam eixos circulares retificados e cromados

Rolamentos são usados em conjunto com as correias para servir de apoio. É utilizado variados tipos e as especificações depende do projeto que escolher

Correias e polias devem ser compradas juntas, pois uma deve encaixar muito bem na outra. É muito utilizado o modelo de polia e correia GT2 que significa andarem 2 mm por passo, o que é uma resolução suficiente (BAIÃO, 2012; BERTOLA; MARTINS, 2017).

3. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Existem vários projetos de código aberto de impressoras 3D para construção na internet, após algumas pesquisas e a utilização da impressora comercial, foi decidido na construção da Impressora Kossel Delta, no qual foi construída por Johann em Seattle em 2012 (REPRAP, 2017; DOS SANTOS NETO, 2017; 3D SYSTEMS, 2017). Este modelo é utilizado principalmente para a produção de peças circulares o que é interessante para o nosso foco que é utilizar dentro do curso de engenharia mecânica na Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC). Para a construção foram utilizadas algumas peças fabricadas em outra impressora 3D que são as peças de fixação dos motores, do bico de extrusão e dos rolamentos, impressas em ABS, conforme a Fig.4 (setas vermelhas).

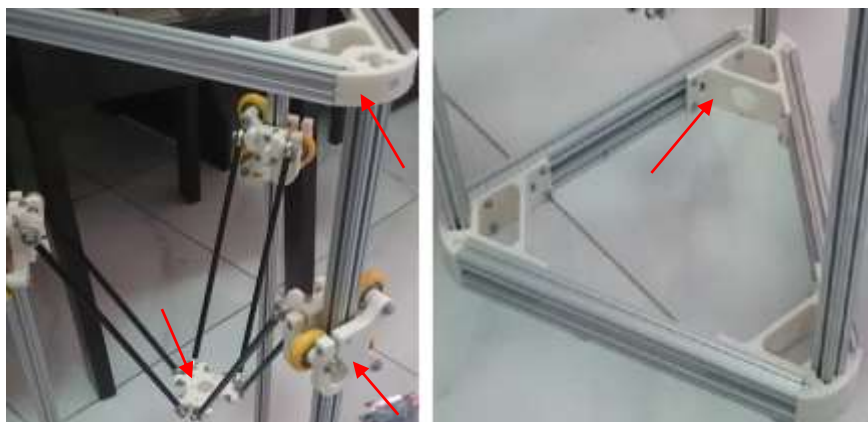


Figura 4: Setas indicando as peças confeccionadas em ABS

Para a construção da impressora foram usados quatro motores, três para movimentação dos eixos e um para alimentar o sistema extrusor.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a construção, calibração e nivelamento da impressora foram feitos os primeiros testes utilizando ABS, no primeiro momento apenas uma comparação visual com uma peça produzida pela impressora montada Kossel delta com uma peça produzida por uma impressora comercial.

A partir da Fig.5 é possível observar que a qualidade de acabamento das peças produzidas pela impressora Kossel delta, de cor azul (B) é superior quando comparada com as peças produzidas pela impressora comercial, de cor branca (A).

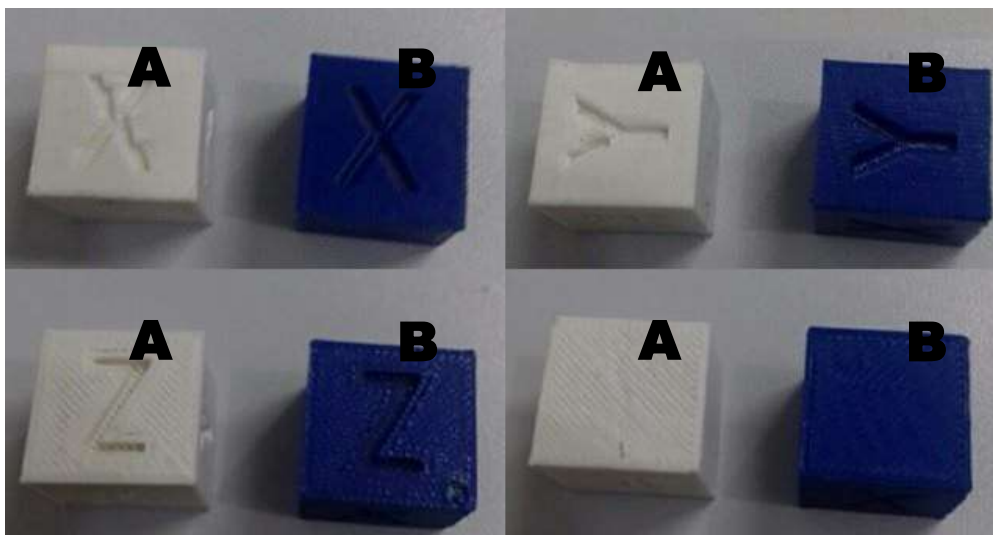


Figura 5: Comparação entre a impressão de uma impressora comercial e a impressora Kossel Delta, peças em branco feitas em uma impressora comercial (A), peças em azul feitas na impressora Kossel delta (B).

5. CONCLUSÕES

A concretização desse projeto foi possível a partir da definição conceitual de uma impressora tridimensional com alta capacidade de impressão, tendo conceitos modificados por completos ou em partes, uma vez que teria que adicionar geometrias semelhantes com a REP RAP (ou comercial).

Da mesma forma foram atribuídas hipóteses ao projeto, totalmente validadas, pois com a impressora proposta, a capacidade, qualidade e o designer da impressão obtiveram os resultados esperados.

Conclui-se que o valor para a sua construção é muito mais baixo do que a de impressoras 3D convencionais. Os primeiros testes foram bem animadores em relação a qualidade.

6. AGRADECIMENTOS

Esse trabalho teve apoio da Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC) através do projeto de pesquisa nº PROPP 00220.1300.1642.

7. REFERÊNCIAS

- HOPKINSON, Neil; HAGUE, Richard; DICKENS, Philip. Rapid Manufacturing: An Industrial Revolution for the Digital Age. [S.l.]: Editora Wiley, 2005.
- GARCIA, L.H.T.; Desenvolvimento e fabricação de uma mini-impressora 3D para cerâmicas. Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. São Carlos, 2010.
- LIPSON, H; KURMA, M. Fabricated: The New World of 3D Printing. John Wiley & Sons, 2013
- GORNI A. A.: Introdução à prototipagem rápida e seus processos. Revista Plástico Industrial. Março 2001. Página 230-239
- BAIÃO, F.J.; Funcionalidades e Tecnologias da Impressora 3D. Universidade São Francisco, São Paulo, 2012.
- BERTOLA, Gessika; MARTINS, Luan Roberto Estrada. Apostila impressão 3D. Disponível em: <<http://arcaz.dainf.ct.utfpr.edu.br/rea/files/original/64faa29d0fcd85b0ccd9399c8bae0df8.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2017.
- REPRAP. Kossel, 2017. Disponível em: <<http://www.reprap.org/wiki/Kossel>>. Acesso em: 12 dez. 2017.
- DOS SANTOS NETO, ARIZON. Conheça Chuck Hull: o criador da impressora 3D. Disponível em: <<http://www.blog.wishbox.net.br/2016/05/16/chuck-hull/>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

3D SYSTEMS. Nossa história, 2017. Disponível em: <<https://br.3dsystems.com/our-story>>. Acesso em: 12 dez. 2017.

8. RESPONSABILIDADE AUTORAL

“Os autores são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho”.

ASSEMBLING AN OPEN CODE 3D PRINTER KOSSEL DELTA MODEL

V.Gomes, vgomes@uesc.br 1
E.F.M.S. Silva, efmssilva@uesc.br 1
V.H.M. Almeida, vhmalmeida@uesc.br 1
M.P.L. Moura, maryisa.lima@gmail.com 1
J. Dahlke, jonatadahлке@hotmail.com

¹ Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus - BA, Brasil,

Abstract. In the past 30 years the changes promoted by the adoption of the additive manufacturing processes have aroused great interest of the scientific community. The use of additive manufacturing or 3D printing (as it is best known) is very useful for rapid prototyping, low and medium scale production and manufacturing customized products. The great innovation of 3D printers is that they operate by depositing material while other conventional manufacturing machines work by removing parts of a block of the material to the desired shape or by pouring molten material into a mold. In 3D printing layers of the material are deposited on top of each other until they form the final object. The three-dimensional printing process encompasses the fabrication of a part from a three-dimensional CAD digital model. This model is then divided into layers by a slicing algorithm, where each slice can be 150.0 μ m to 300.0 μ m thick, thus creating information with more or less details about each cross section. The three-dimensional printing machine assembled in this article uses Fused Deposition Modeling (FDM) technology, in which modeling is done by melting and depositing polymers such as acrylonitrile-butadiene-styrene (ABS) or polylactic acid (PLA). This project aimed to research and study the concepts that involve the 3D printing of open source and the choice of a model to attend the students of the Mechanical Engineering course of UESC (State University of Santa Cruz) and later to optimize the physical structure and the operating parameters. The choice of the Kossel model was due to the coordinate model in which the printer is mounted, as most mechanical models have the cylindrical shape. After the printer's construction, calibration, and leveling the geometric tolerance and finishing values were satisfactory compared to other commercial printers.

Keywords: 3D Printer, Kossel Delta, Open Source, Do It Yourself