

## **DESENVOLVIMENTO DE UMA IMPRESSORA 3D DE BAIXO CUSTO PARA A CONSTRUÇÃO DE FERRAMENTAS E PROTÓTIPOS**

Maxwell Moura de Andrade<sup>1</sup>

Patrick dos Anjos Souza<sup>2</sup>

Geovani Nunes Dornelas<sup>3</sup>

João Henrique Brandenburger Hoppe<sup>4</sup>

### **Resumo**

O presente artigo tem como finalidade a construção de uma impressora 3D, com a obtenção de materiais existentes no mercado e com base em estudos de artigos e modelos já existentes. A mesma possui o método de criação de objetos camada por camada, onde está sendo utilizados o software inventor, Simplify 3D e repetier, que a partir deles se fará a criação e impressão respectivamente da ferramenta desejada, utilizando como matéria prima para a impressão os filamentos PLA (Ácido polilático) e ABS (Acrilonitrila butadieno estireno). A princípio serão demonstrados os conceitos e as etapas de desenvolvimento da impressora 3D, bem como os resultados obtidos.

**Palavras-chaves:** Filamentos. Impressora 3D. Protótipos. Resultados obtidos.

### **DEVELOPMENT OF A LOW-COST 3D PRINTER FOR A CONSTRUCTION OF TOOLS AND PROTOTYPES**

### **Abstract**

The purpose of this article is to construct a 3D printer, obtaining materials from the market and based on studies of existing articles and models. The same has the method of creating objects layer by layer, where the inventor software, Simplify 3D and repeater are used, that from them will be created and printed respectively of the desired tool, using as raw material for printing the filaments PLA (Polylactic acid) and ABS (Acrylonitrile butadiene styrene). At the outset the concepts and stages of development of the 3D printer will be demonstrated, as well as the results obtained.

**Key words:** Filaments. 3d printer. Prototypes. Results obtained. Simplify 3D.

---

<sup>1</sup>Graduado em Engenharia Mecânica do UGB/FERP.

<sup>2</sup>Graduado em Engenharia Mecânica do UGB/FERP.

<sup>3</sup>Mestre em Modelagem Matemática e Estatística Aplicada pela Universidade do Vale do Rio Verde.

<sup>4</sup>Especialista em Segurança do Trabalho pela UFF e Docente Orientador no UGB/FERP.

## Introdução

A proposta deste artigo é a criação de uma impressora 3D de baixo custo e com materiais existentes no mercado, que funciona através da modelagem por deposição fundida, onde um termoplástico passa através de um orifício para se criar um objeto com o método de camada por camada. Este tipo de impressora possui um custo de produção menor, e também o material utilizado é mais barato e de fácil obtenção. Qualidade na impressão depende muito dos materiais que estão sendo usados, como de fatores externos como o ambiente onde está sendo realizada a impressão. No presente projeto será mostrada a viabilidade de custo com diferentes materiais e em alguns casos, onde seria reduzido o custo final da impressora, também será mostrado o critério pelo qual foi tomada a escolha de qualidade e não custo, não fugindo tanto do orçamento, onde a maioria das peças foi adquirida por *kits* onde os mesmos foram negociados com os vendedores.

A escolha pelo desenvolvimento da impressora 3D foi por razões de mais a frente usá-la para realizar outros trabalhos utilizando a mesma para a confecção de peças para desenvolver outros projetos e assim prototipar os projetos desenvolvidos em *softwares* como CAD (*Computer-Aided Design*), proporcionando as empresas redução de custos e tempo para elaboração de protótipos. Realizar pequenos trabalhos com a mesma, de modo a satisfazer as necessidades de clientes que estejam com dificuldades de encontrar peças de reposição no mercado, essas peças que contenham baixas solicitações de esforços, como engrenagens de aparelhos domésticos, acessórios de matérias plásticos. Com a impressora 3D seria possível se obter essas peças com mais rapidez a até mesmo com menores custos, já que dependendo do material que a impressora usa para a fabricação, o custo de produção é muito mais barato do que ir a uma loja comprar um novo.

Devido à grande dificuldade de se encontrar peças ou objetos para reposição no mercado, como por exemplo, em nossas casas, onde se têm produtos de eletrodomésticos, puxadores de gaveta, que geralmente dão defeito e são de difícil reposição ou encontrar em um período curto de tempo. Na área industrial, onde muitas empresas possuem altos gastos para elaboração de protótipos, tendo que parar sua

produção por um longo período de tempo até que se consiga uma nova peça, já que muitas das vezes os protótipos demoram vários meses para ficar pronto e quando vai testá-lo se observar que não teve o resultado esperado. Nas indústrias, cada minuto que um equipamento fica parado traz vários prejuízos para a empresa, podendo afetar a qualidade final do produto e fazendo com que a empresa perca credibilidade e como consequência perca de cliente, já que a exigência do mercado por qualidade e menor tempo de fabricação é um dos maiores desafios encontrados pelas grandes empresas.

Através do desenvolvimento da Impressora 3D, atender as necessidades da sociedade e indústrias em reparos de componentes mecânicos de baixas solicitações de esforços e criação de protótipos, assim desenvolver peças que atendam necessidades específicas. Apresentar o *software* utilizado e as vantagens e desvantagens desta nova tecnologia para a sociedade, desenvolver uma Impressora 3D com viabilidade de custo, que irá auxiliar na criação de outros projetos, onde será elaborado em *softwares* 3D e impresso na mesma, construção de objetos de baixas solicitações de esforços que venham trazer comodidade a seu usuário final, assim atender as necessidades da sociedade e demonstrar os resultados e conclusões obtidos com a construção deste projeto.

## **Referencial Teórico**

O presente tópico demonstrará um breve histórico de como surgiu a impressão 3D e suas tecnologias, também mostrará o funcionamento da mesma, as vantagens e desvantagens, a matéria prima utilizada para se realizar a impressão e a definição de motores de passo e o *software repetier*.

### *Histórico*

O início das impressoras 3D aconteceu significativamente a partir dos 80, onde diversas propostas, e patentes foram feitas e um grande esforço de pesquisa e desenvolvimento foi gasto para fazer com que as impressoras 3D fossem o que elas representam nos dias de hoje. Entre os principais marcos encontrados na evolução das impressoras 3D ao longo dos anos, destacam-se diversos conceitos para

construção de ferramentas a partir de camadas cordadas ou laminadas até os anos 60. (MARLON CUNIDO, 2015, p. 11)

As impressoras 3D deixaram de ser uma tecnologia desconhecida, onde só grandes empresas a possuíam. Com isso vem ganhando cada vez mais espaço no mercado, isso possibilitará que seu valor de produção e custo se reduzirá, possibilitando que qualquer pessoa possa comprar esta tecnologia. Hoje já é possível encontrar modelos de impressora 3D que são fabricadas a baixo custo, e até tutoriais ensinando o passo a passo da mesma. Em termo de mercado, o Brasil ainda se encontra atrás de outros países em relação à impressão 3D. (CARRARA, 2015).

### *Definição*

As impressoras 3D funcionam através de motores de passo, os motores de passo são responsáveis por fazer os movimentos ao longo dos eixos x, y e z, que devem estar perfeitamente alinhados para garantir uma melhor qualidade de impressão. No eixo y acontece o movimento em uma direção e dois sentidos da mesa, no eixo x o deslocamento do bico extrusor, que é o responsável por empurrar o material (filamento) fazendo o *hotend* se deslocar para um lado e para outro e o eixo Z é o responsável por elevar o *hotend*. (LUIZ EMANUEL, 2007).

Diversas impressoras 3D baseadas na solidificação de líquidos foto-curáveis foram propostas e patenteadas (Estereolitografia – SLA). Onde a Patente de Hull em 1984 implicou na fundação da empresa 3D System, uma das líderes mundiais no segmento. Destacam-se as patentes de Crump em 1989 que originou a empresa Stratasys e uma das tecnologias mais difundidas mundialmente: a modelagem por fusão e deposição. Outras tecnologias como a sinterização por *laser* e a modelagem de objetos laminados também tiveram seu início nos anos 80 e 90. Nesta época, estas tecnologias tinham como objetivo principal, a construção de protótipos de maneira rápida, sem a necessidade de construção e utilização de moldes, ou mesmo de remoção de material, como em fresas e tornos. (MARLON CUNIDO, 2015).

Existem vários tipos de Impressora 3D, como: as fotos polímeros (onde o material utilizado é o polímero, que passa do estado líquido para o sólido através da luz ultravioleta); granular (utiliza-se pó granular, é muito utilizada para construção de objetos de grandes dimensões); laminação (neste tipo acontece o corte das camadas

do material, que depois é colocado um sob o outro para se formar o objeto) e a modelagem por deposição fundida (onde um termoplástico derretido passa através de um orifício para se criar o objeto desejado, que é construído camada por camada no sentido de baixo para cima). Hoje em dia várias áreas já vêm usando as impressoras 3D, e uma das mais importantes é a da medicina, onde já é possível imprimir células-troncos embrionárias, tecidos, reconstrução de peles que tenham sofrido queimadura ou outros tipos de danos, ossos, orelhas, próteses de crânio etc. Este avanço possibilita aos médicos estudos mais complexos, proporcionando uma melhor compreensão e visão de partes de nosso corpo. (LUIZ EMANUEL, 2007).

As vantagens desta tecnologia é que ela pode ser aplicada a vários setores da sociedade, como em indústrias, onde poderão ajudar no desenvolvimento de componentes mecânicos, em próteses humanas, arquitetura, em diferentes áreas da engenharia, educação, *marketing*, setor de alimentação, etc. Além de ter uma rápida capacidade de fabricação e desenvolver peças com geometrias complexas. (ALVES, 2010).

As desvantagens é que algumas pessoas estão usando as impressoras 3D para falsificação de cartões, cópias de chave, fabricação de armas. Os preços apesar de ter caído nos últimos anos, é ainda relativamente alto para a grande maioria da população, complexidade, já que trabalhos mais complicados requerem impressoras mais apuradas e desenvolvidas e manuseio. (THOMAZONI, 2010).

### *Filamento*

Existem dois tipos de filamento mais utilizáveis, o PLA e o ABS, cada um possui características diferentes, sua escolha vai depender do tipo de trabalho, ou seja, o objeto final que o usuário pretender obter. Este tipo de material é indicado para impressão tridimensional.

### **Filamento PLA**

O PLA (Ácido polilático) é um biodegradável, sua composição possui fontes renováveis, como por exemplo, o amido de milho. Ele apresenta um grande nível de

fricção, menor resistência a impactos e altas temperaturas, impossibilitando seu uso para o processo de extrusão por gerar entupimento. Apesar de ser um material duro, comparado ao ABS, pode ser facilmente derretido com temperatura menores de 180°C a 220°C. É indicado para a criação de objetos de grandes complexidades, como grandes volumes, dimensões e melhor acabamento. Sua principal característica é que ele pode ser usado em mesa aquecida ou não. (LUIZ EMANUEL, 2007).

### **Filamento ABS**

O ABS (*Acrilonitrila butadieno estireno*) é um polímero leve, rígido, boa resistência a impactos, e resistentes a alta temperatura, possibilitando seu uso na extrusão. O ABS apresenta melhor acabamento superficial que o PLA, mas em contrapartida, não se obtém grandes detalhes com este tipo de material, além de garantir uma melhor adesão entre as camadas. É indicado para peças que atuarão sobre forças ou aplicando forças. Sua desvantagem é que ele pode emitir gases tóxicos durante o processo de impressão. (ALVES, 2010).

### *Funcionamento*

A impressora 3D funciona com o método de adição de camadas por camadas até se obter o objeto final. O objeto deve ser criado a partir de um *software* tridimensional compatível com o *Software* do computador, depois o modelo do objeto é enviado para o *software Repetier* utilizado na impressora 3D. As dimensões do objeto são determinadas pelo usuário e assim o *software* compila os dados e fatia o modelo em várias camadas. Em seguida o motor da extrusora empurra o filamento até o *hotend* que já deve estar aquecido com a finalidade de deixar o filamento em estado de conformação e assim obter a peça em questão. Na medida em que o material derrete ele é empurrado até uma base, que se movimenta no eixo y para cria as camadas. No eixo x e z é o extrusor. O tempo de criação vai depender das dimensões do objeto. Existem vários tipos de programas que podemos usar para criar um objeto tridimensional, como por exemplo, o Solidworks, Sketchup, Blender,

Autodesk, etc. São importantes que os arquivos estejam no formato STL e OBJ. O próximo passo é abrir este arquivo no *software repetier*, esse *software* é muito utilizado nas devido sua grande aplicabilidade e compatibilidade com o que se deseja com a impressora 3D. (THOMAZONI, 2010).

### *Software Repetier*

O princípio da linguagem das impressoras 3D partiu das CNC's (Comando numérico computadorizado) robustas que há nas indústrias pelo mundo, essas CNC's utilizam a linguagem código G que traduzido do inglês e onde mais se ouve dizer como G-Code, tanto as CNC's como as impressoras 3D têm o mesmo princípio de conversão do código. Agora falando mais da impressora 3D, o *Repetier* é um fatiador de camadas porque ele vai a partir do desenho aberto em sua plataforma, compilar e gerar o código G-Code que tem por princípio de escrever o código pelo método de linha por linha onde em cada linha será realizado apenas um comando por vez e há uma grande variedade, mais de 500 códigos, para ser utilizado, que será interpretado pelo *firmware* instalado na impressora, esse *firmware* é responsável por interpretar o G-Code gerado pelo *Repetier* e converter esse código em valores numéricos, o *firmware* em questão utilizado é o Marlin que tem mais interface com o usuário. (MONK SIMON, 2014).

### *Software Simplify 3D*

É um *software* usado para impressão 3D, com o funcionamento parecido com o *Repetier*, onde ele fatia as camadas a partir do desenho aberto em sua plataforma, compila e gera o código G-Code, sua diferença é que ele apresenta a característica de ser mais prático, com funcionalidades otimizadas e com interface mais didática, apresentando uma melhor visão do modo de impressão como números de camadas, as etapas de construção das camadas, custo estimado da peça e também o modo de como a peça ficará na mesa de impressão, ou seja, a área de contato entre a mesa e a peça. (CARRARA, 2015).

## *Motores de Passo*

São dispositivos que transformam sinal elétrico em torque. Seu funcionamento consiste em pulso, ou seja, cada pulso faz o motor girar em um ângulo, normalmente  $1,8^\circ$ . A medida com que a frequência desses pulsos sendo constante, um pulso seguido de outro com uma constância em determinado tempo, seu movimento se transforma em rotação contínua, ele é capaz de realizar apenas um passo por vez com o mesmo tamanho. Sua vantagem é que ele é capaz de proporcionar controle total sobre variáveis como ângulo, posição, sincronismo e velocidade. Ele é amplamente usado em impressoras, robôs, indústrias de automação etc. Este tipo de motor pode funcionar em três tipos de modos de passo: passo completo, onde possuem 200 passos por rotação do eixo; no modo de meio-passo ele gira a 400 passos por rotação do eixo, ou seja, a metade da distância; E por último o micro passo, que é capaz de dividir um passo completo em 256 micro passos. (MONK SIMON, 2014).

## **Metodologia**

No presente tópico serão demonstrados os materiais e métodos utilizados para a criação da impressora 3D, explicitando os materiais utilizados com fotos e também os fundamentos utilizados no projeto e os cálculos.

## **Materiais**

Estão sendo utilizados para a construção do nosso projeto os seguintes materiais, como: Tubos de alumínio, correia dentada, LCD, arduino, drivers de motor de passo, motores de passo Nema 17, suporte para motor, mancal, polias, parafusos, fonte chaveada de potência de 360w, cantoneira L, rebite, extrusor, termistor, tubo teflon, mesa aquecida MK2B e filamento.



## Metódos

Foi realizado estudo através de impressoras já existentes, onde foi analisado o custo, desempenho mecânico dos componentes, materiais utilizados, *softwares* e a análise dos resultados obtidos através da pesquisa. Também foi realizada pesquisa bibliográfica em livros e artigos para melhor compreender o funcionamento e a importância da utilização da impressora 3D.

Este artigo é de natureza aplicada, pois visa solucionar os problemas encontrados nas indústrias e sociedades, com a criação de protótipos e fabricação de peças de pequenos esforços mecânicos, além do fato de se ter realizado uma pesquisa de investimento na área tecnológica, assim atendendo os objetivos definidos neste artigo.

O presente artigo se encaixa nas três definições de pesquisa exploratória, descritiva e explicativa, pois o nosso objetivo respectivamente é explorar o problema de protótipos nas indústrias e buscar soluções para ele com a criação da impressora 3D, com base em coletas de dados para se obter mais informações sobre modelos de impressora 3D e suas aplicações nas indústrias, e assim relacionar essas duas ideias para se obter os resultados finais.

### **Cálculos para Ajuste do Deslocamento dos Eixos e Extrusora**

Como todo projeto, é necessário se fazer alguns ajustes e cálculos, no nosso projeto foi necessário fazer o cálculo de quanto está se empurrando de filamento, no eixo X o quanto o carro do *hotend* estava se deslocando e conseqüentemente para o eixo Y em cada eixo, ele é necessário para conseguir as dimensões reais e fiéis do que está sendo impresso. Esse cálculo foi realizado através da fórmula:

$$\frac{\text{Valor Inicial (mm)} \times \text{Valor que se deseja deslocar (mm)}}{\text{Valor do deslocamento (mm)}}$$

No eixo x utilizando a fórmula acima obtivemos os seguintes valores:

$$\frac{80 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}}{50,68 \text{ mm}} = 78,92659826 \text{ mm}$$

No eixo y utilizando a fórmula acima obtivemos os seguintes valores:

$$\frac{80 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}}{50,40 \text{ mm}} = 79,36507937 \text{ mm}$$

No eixo z utilizando a fórmula acima obtivemos os seguintes valores:

$$\frac{4000 \text{ mm} \times 20 \text{ mm}}{49,90 \text{ mm}} = 1603,206413 \text{ mm}$$

Também foi utilizado cálculos de correntes, para que não ocorressem queimas de componentes eletrônicos e também para a segurança do projeto e seu usuário.

### **Cálculos para Ajuste de Corrente no Driver**

Nessa fase é feito uns cálculos fazendo uso de ferramentas da engenharia básica para determinar a tensão do *trimpot*, o mesmo é o responsável por controlar a tensão que alimenta os motores de passo, uma vez que esses motores não suportam grandes tensões e para se realizar esse ajuste deve-se observar a resistência ôhmica do *trimpot* e incluir nos cálculos o valor que se encontra no mesmo, deve-se também utilizar o valor da amperagem que vem especificado no motor de passo para tomar como base para que os cálculos sejam satisfatórios.

A fórmula a utilizar é a seguinte:

$$V_{ref} = I \cdot 0,7 \cdot (8 \cdot RS)$$

$$V_{ref} = 1,7 \cdot 0,7 \cdot (8 \cdot 0,1)$$

$$V_{ref} = 1,7 \cdot 0,7 \cdot 0,8$$

$$V_{ref} = 0,952V$$

O motor admite uma corrente máxima de 1,7A e segundo os cálculos admite uma tensão máxima de 0,952V, que resulta na corrente máxima admissível pelo motor é recomendado não trabalhar na faixa máxima admissível e devido a isso vamos realizar um outro cálculo para ajustar para uma faixa mais baixa. Partindo do princípio de não trabalhar no limite máximo admissível, limitamos o motor a 90% de seu rendimento máximo e sendo assim o cálculo será demonstrado abaixo. Como 0,952V corresponde a 100%, realizando uma regra de 3 simples podemos encontrar o valor que corresponde a 90%.

$$\begin{aligned}0,952V &- 100\% \\XV &- 90\% \\X &= \frac{(0,952V \cdot 90\%)}{100\%} = 0,857V\end{aligned}$$

Passando a nova tensão para a fórmula de corrente chegaremos a nova corrente com base no resistor do *trimpot*.

$$\begin{aligned}I &= \frac{V_{ref}}{(8 \cdot R_S)} \\I &= \frac{0,857V}{(8 \cdot 0,1\Omega)} \\I &= \frac{0,857V}{(0,8\Omega)} \\I &= 1,07A\end{aligned}$$

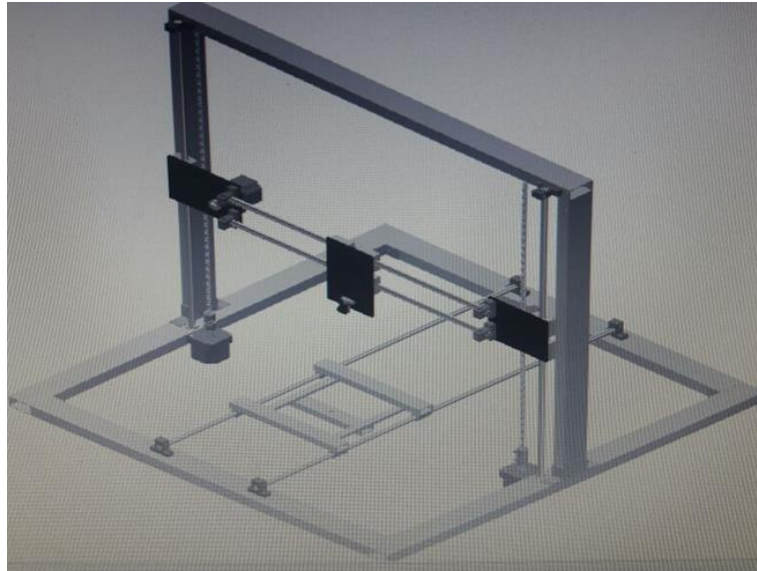
Dessa forma está definida a corrente e a tensão que será empregada no motor, corrente de 1,07A e tensão de 0,857V.

## **Etapas da Construção e Peças Usadas na Criação**

### *Software Inventor*

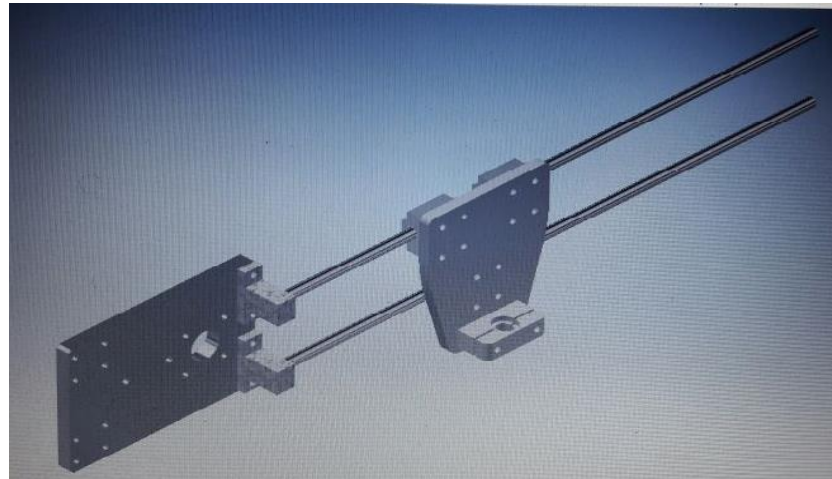
Foi utilizado para elaborar a estrutura e algumas peças da impressora, com o objetivo de prevê alguns possíveis erros no projeto e para ser ter uma melhor visão e compreensão da estrutura e seus componentes.

Figura 1. Modelo estrutura da Impressora



Fonte: Pesquisa dos autores.

Figura 2. Suporte do bico extrusor



Fonte: Pesquisa dos autores.

### *Motores de Passo*

Está sendo utilizado o motor de passo Nema 17, por possuir alto torque e precisão, além de ser indicado para impressoras 3D. Possui ângulo de passo de 1, 8°.

Figura 3. Motores de passo Nema 17



Fonte: Pesquisa dos autores.

### *Mesa Aquecida*

Está sendo utilizada a mesa Aquecida MK2B, por possui aquecimento uniforme e alcançar altas temperaturas que podem chegar até 130°C.

Figura 4. Mesa aquecida



Fonte: Pesquisa dos autores.

### **Fonte**

Está sendo usada a fonte chaveada de potência de 360w, com ajuste de tensão de 127-220v.

Figura 5. Fonte de Alimentação



Fonte: Pesquisa dos autores.

## Resultados e Discussões

Figura 6: Protótipo Engrenagem



Fonte: Pesquisa dos autores.

Figura 7: Protótipo Engrenagem

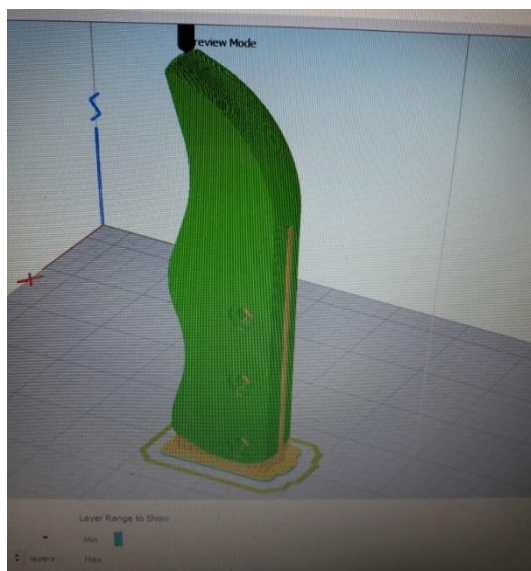


Fonte: Pesquisa dos autores.

Durante a construção da impressora 3D, foi observado que se deveriam fazer algumas alterações, pois a mesma não tinha ficado com um bom nivelamento ente os eixos, como era a ideia inicial do projeto, por esse motivo, a impressão não estava obtendo um bom acabamento superficial, e a peça estava oca também, então foi necessário desmontar a estrutura e fazer esses ajustes. Depois de realizada as mudanças, foram observadas que as impressões melhoraram o acabamento, ganhando uma melhor aparência como pode ser visto nas imagens seguintes, onde na figura 6 foi realizada a impressão antes dos ajustes, não apresentando um bom acabamento e depois dos ajustes feitos foi observado a diferença no acabamento (Figura 7).

Como nossa proposta de utilização da impressora é para a criação de protótipos e ferramentas de difícil reposição no mercado, conseguimos alcançar nossos objetivos, onde foram impressas algumas ferramentas na mesma que são difícil de serem encontradas no mercado e muitas das vezes obrigam as pessoas a comprarem um novo produto. Como pode ser visto nas imagens seguintes, onde a figura 8 é a preparação da peça para ser impressa no programa Simplify 3D, ou seja, onde ele fatia as camadas e gera o G-Code. Já na figura 9 podemos ver a peça já impressa e pronta para o seu uso.

Figura 8. Cabo de uma faca



Fonte: Pesquisa dos autores.

Figura 9. Cabo da faca após impressão



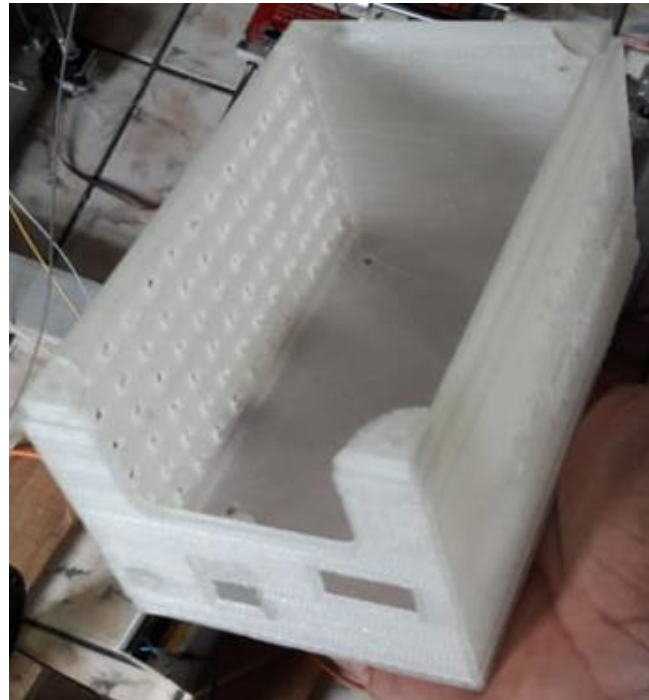
Fonte: Pesquisa dos autores.

Em comparação com outros trabalhos, que foram desenvolvidos no Centro Universitário Geraldo Di Biase, o nosso se diferencia em alguns aspectos, onde em comparação com o trabalho dos alunos Christian de Sá Barbosa e Rafael Carvalho Natal, o nosso se diferencia pelo fato de termos feito um pré-projeto através do *software* inventor, onde fomos capazes de identificar possíveis erros de execução, além do uso de ferramentas diferentes, onde eles usaram o SolidWorks e o *Software* Slic3r para se desenhar e fazer a impressão respectivamente, já nós estamos utilizando o *software* Inventor e Simplify3D para se fazer o desenho e a impressão respectivamente. Outra diferença é a aplicação da impressora, onde a proposta deles é para fins didáticos e a nossa é para a criação de ferramentas e protótipos, e como mostrado, nós conseguimos alcançar os nossos objetivos.

Nós estamos usando a própria impressora para se fazer melhorias e trocas de peça na mesma, onde através dela imprimimos a caixinha do arduino e a tampa do mesmo, onde obtivemos os resultados esperados e um melhor acabamento e aparência, com isso estamos obtendo melhorias com baixo custo, já que estamos utilizando o filamento PLA adquirido para se realizar as impressões.

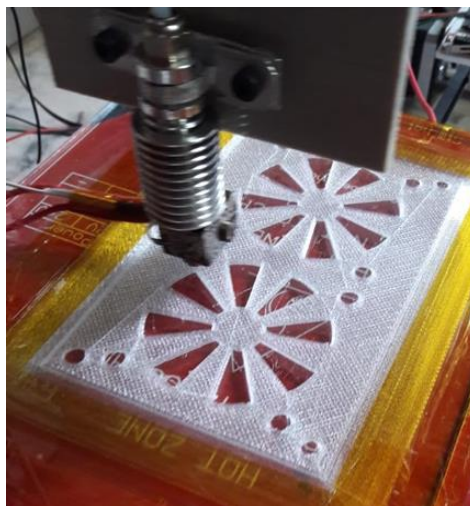


Figura 10. Caixinha do arduino.



Fonte: Pesquisa dos autores.

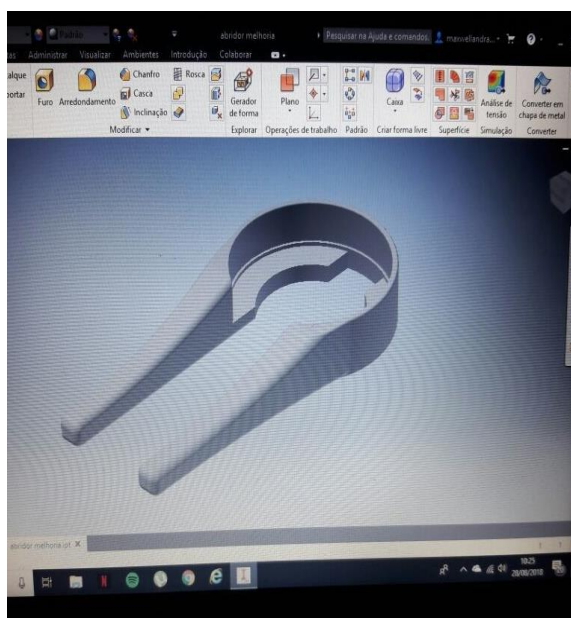
Figura 11. Impressão da tampa da caixa do arduino



Fonte: Pesquisa dos autores.

Utilizamos a Impressora 3D para uma disciplina em nosso curso, onde tínhamos que criar uma ferramenta que fosse capaz de ajudar de alguma forma a sociedade, e nós tivemos a ideia de criar um abridor. Com a ajuda da impressora fomos capazes de criar o protótipo do abridor e de economizar, já que se fosse fazer de alumínio ou aço, o gasto seria muito maior com a aquisição de materiais e mão de obra.

Figura 12. Desenho do abridor no inventor



Fonte: Pesquisa dos autores.

Figura 13. Abridor impresso na Impressora



Fonte: Pesquisa dos autores.

### Considerações finais

Tendo em vista os aspectos observados, concluímos que o nosso projeto de construir uma impressora 3D para criação de protótipos alcançou os objetivos desejados, pois com ela conseguimos construir vários modelos de protótipos, assim reduzindo custos, já que não serão necessários vários dias de trabalho de um designer para esculpir e moldar uma peça. Com isso, a impressora poderá auxiliar as pessoas e indústrias possibilitando uma maior compreensão e análise de um projeto ou uma nova ferramenta. O desenvolvimento desse projeto, nos possibilitou o conhecimento de novas ferramentas de *softwares*, pois foram necessários muitos estudos para se entender o funcionamento e configuração do seu uso, e também nos ajudou no

conhecimento da tecnologia de impressão 3D e de como ela vem crescendo nos últimos anos, não só na criação de protótipos, mas em vários ramos do mercado.

Através de nossas pesquisas, observamos que essa tecnologia no Brasil ainda está em fase de desenvolvimento, algumas indústrias já adotaram essa tecnologia, mas a grande maioria ainda não obteve essa tecnologia, pelos motivos de falta de conhecimento e por motivos financeiros, já que para a construção de peças mais complexas é necessária uma impressora 3D de maior estrutura e também pessoas capacitadas para lidar com essa tecnologia. Percebemos que a Impressora 3D é um dos grandes avanços tecnológicos que vem ocorrendo no mundo, pois ela pode ser usada para várias coisas, desde as mais simples como peças de pequenos esforços, como também para construção de peças mais complexas, mas apesar disso, muitas pessoas desconhecem essa tecnologia.

## Referência

BARBOSA, Christian de Sá; NATAL, Rafael Carvalho. Desenvolvimento de uma Impressora 3D de baixo custo para fins didáticos. **Revista de Teorias e Práticas Educacionais**. Maringá/PR, Vol.17, n.1, pp.05-12, Out/Dez. 2017.

MARLON, Cunido Ph D. **Impressoras 3D: o novo meio produtivo**. 1.ed. Curitiba: Concep3D, 2015.

CARRARA, Prof. Valdemir. Apostila de Robótica. Apostila (Engenharia Mecânica de Controle e Automação) – Universidade Braz Cubas. Joinville, Santa Catarina, 2015.

LUIZ, Emanuel S M Campos. **Impressoras 3D**. 1.ed. São Paulo: Clube dos autores, 2007.

ALVES, José Luiz Loureiro. **Instrumentação, Controle e Automação de Processos**. 2ª ed. Rio de Janeiro, LTC, 2010.

THOMAZONI, Lucas. Análise e implementação de protótipo de mão robótica. Monografia (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade de Caxias do Sul. Caxias do Sul, Rio Grande do Sul, 2015.

MONK, Simon. **Programação com Arduino: Passos Avançados com Sketches - Volume 2**. Rio de Janeiro, Bookman, 2014.

APRENDER 3D. Disponível em: <<http://aprender3d.org/como-imprimir-em-3d/>>. Acesso em: 2. Jan. 2018.

UP3D. Disponível em <<http://www.up3d.com.br/filamento-3d>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

KALATEC AUTOMAÇÃO. Disponível em <<http://www.kalatec.com.br/definicao-de-motor-de-passo/>>. Acesso em: 4 fev. 2018.

ON LINE EDITORA, NEGÓCIOS ON LINE EDITORA. **Impressoras 3D**: guia meu próprio negócio especial ideias inovadoras. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?id=5UmVDQAAQBAJ&dq=IMPRESSORA+3D&hl=pt-BR&source=gbs\\_navlinks\\_s](https://books.google.com.br/books?id=5UmVDQAAQBAJ&dq=IMPRESSORA+3D&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s)>. Acesso em: 2 jan. 2018.

ANDRADE, Maxwell Moura; SOUZA, Patrick dos Anjos. Desenvolvimento de uma impressora 3D de baixo custo para a construção de ferramentas e protótipos. Centro Universitário Geraldo Di Biase. Barra do Piraí, Rio de Janeiro, 2018.