

## FABRICAÇÃO DE IMPRESSORA 3D DE BAIXO CUSTO

Gustavo Ferreira Souza<sup>1</sup>

Fernando Luis de Almeida<sup>2</sup>

Aluno do CST em Automação Industrial; e-mail: gustavof.souza1209@gmail.com<sup>1</sup>

Professor Doutor da Fatec Itaquera; e-mail: fernando.almeida14@fatec.sp.gov.br<sup>2</sup>

**Área do Conhecimento:** Ciências Exatas e da Terra / Automação e Controle.

### 1 INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva, inclusa no conceito de indústria 4.0, permite a confecção de objetos a partir de modelos digitais. A ascensão deste meio de produção torna-se relevante a diferentes profissões, doravante, muitos a têm considerado como ferramenta essencial no futuro das profissões. A tecnologia de impressoras 3D, conhecido como modelagem de deposição fundida, do inglês - *fused deposition modeling* (FDM), é a mais simples de ser utilizada, uma vez que não requer qualificação para o uso do equipamento (KICK, 2017).

Visto que não há grande espaço e conhecimento deste meio produtivo por parte da sociedade e das instituições de ensino, devido aos custos de aquisição do equipamento e do grande volume necessário que atenda a rede de ensino (ALMEIDA; VALENTE, 2011).

#### 1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é a redução máxima de custos para a fabricação de um equipamento de impressão 3D, utilizando referências de outros projetos de impressoras 3D *desktop* e código aberto. Por conseguinte, tornar o equipamento mais acessível às escolas públicas, estimulando a própria aprendizagem do meio utilizado e aprofundando as demais didáticas educacionais.

### 2 METODOLOGIA

Com base na avaliação de literatura, foram selecionados modelos de impressoras 3D de baixo custo, das quais apresentavam funcionamento compatível com a proposta do projeto. A montagem da impressora terá como foco a redução máxima do seu valor de custo, sendo viável a reutilização e restauração de peças de impressoras 3D ou equipamentos em desuso. Por meio das literaturas observadas e experiências anteriores realizadas, foram selecionados modelos de impressoras 3D de baixo custo, das quais apresentavam funcionamento compatível com a proposta do projeto. A montagem da impressora terá como foco a redução máxima do seu valor de custo, sendo viável a reutilização e restauração de peças de outras impressoras 3D ou equipamentos alheios.

#### 2.1 Modelo Base

Baseado nas vantagens e desvantagens vistos na literatura acerca dos diferentes modelos estruturais possíveis para o equipamento e considerando o objetivo do projeto foi decidido pelo uso do modelo cartesiano, de modo que o equipamento possua um custo reduzido e uma estrutura móvel que será de melhor proveito em um ambiente escolar (KOVATLI; KOTZ; LOCATELLI, 2019).

#### 2.2 Construção de protótipo

Dentre os pontos de limitação a serem empregados para sua construção, foi decidido o volume de produção, a impressora pode realizar impressões de 100 milímetros de largura por 100 milímetros de comprimento e 100 milímetros de altura de modo a reduzir o peso estrutural que uma maior área de impressão ocasionaria e garantindo melhor estabilidade e mobilidade ao equipamento (Figura 1).

**Figura 1** – Modelagem da estrutura total.**Fonte:** autoria própria (2022).

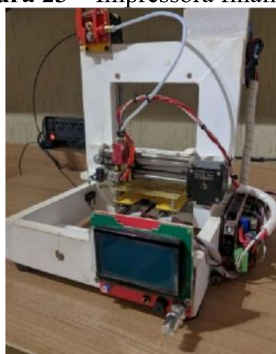
Não há mesa aquecida, uma vez que o material mais indicado para uso em ambientes escolares é o PLA por ser um material atóxico e de fácil manuseio, não sendo necessário o aquecimento da mesa para sua impressão, visando também a redução de custo (BESKO; BILYK; SIEBEN, 2017). O conjunto conta com apenas um sistema de extrusor, tendo um bico de latão de espessura de 0,4 mm, acoplado ao bloco aquecedor que alojará uma resistência que aquecerá o conjunto. O sistema de dissipação do extrusor contará com um dissipador de calor e um cooler, fazendo seu arrefecimento. Uma fonte de alimentação 12 Vcc dará todo suprimento energético ao equipamento.

A impressora é composta por uma placa microcontrolada com um módulo *pulse width modulation* (PWM) para o controle dos motores. A impressora 3D de baixo custo é desenvolvida pela Fatec Itaquera, que estuda a substituição de hardwares comumente usados nos projetos Reprap. A eletrônica da impressora é feita a partir de um Arduino mega 2560, Ramps. 1.4. Também são utilizados usados os drivers de passo A4988, sendo 4 unidades desta para o acionamento dos motores e mais um painel LCD que acompanha juntamente o kit de lógica da impressora.

Dentre os pontos de limitação que foram empregados para sua construção, foi decidido o volume de produção, a impressora pode realizar impressões de 100 milímetros de largura por 100 milímetros de comprimento e 100 milímetros de altura de modo a reduzir o peso estrutural que uma maior área de impressão ocasionaria e garantindo melhor estabilidade e mobilidade ao equipamento.

### 3 RESULTADOS OBTIDOS E DISCUSSÃO

Após a construção da impressora, obtivemos um resultado satisfatório a respeito de seu modelo protótipo, do seu funcionamento em impressão e de custo reduzido. A Figura 2 apresenta o modelo final da impressora após algumas impressões.

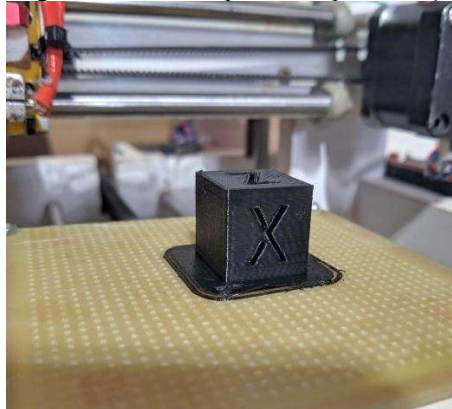
**Figura 23** – Impressora finalizada.**Fonte:** autoria própria (2022).

Quanto ao funcionamento operacional obtido pelos testes realizados fora de estrutura laboratorial e ambiente escolar, como o proposto, obtivemos sucesso quanto ao funcionamento geral da máquina, podendo realizar impressões dos tamanhos que foram projetados a ela imprimir. Possui precisão a respeito das dimensões que ela é capaz de imprimir em uma velocidade satisfatória. Os itens que compõem a impressora 3D têm origem, em sua maioria, de fontes reutilizáveis, ou seja, por exemplo, a estrutura obtida a partir de armário velho descartado; as guias provenientes de impressoras de papel descartadas, e componentes mecânicos originados de outras impressoras 3D já inutilizadas, entre outros. Entretanto, foi necessário a aquisição de outras peças para que a impressora funcionasse da melhor maneira. Dentre essas peças estão a placa mãe sendo o Arduino Mega 2560, Ramps 1.4, os steps drivers,

Motores de passo, tracionador, placa de fenolite perfurado. Com isso, o custo total da impressora foi de R\$ 503,13.

Com os testes realizados a fim de averiguar o funcionamento da impressora, obtivemos pleno funcionamento nos eixos de movimentação, sistemas de aquecimento, motores, sensor de temperatura, fins de curso, correias, cabos, guias e rolamentos. A partir da sua primeira impressão conquistamos bons resultados quanto a todos os parâmetros de impressão tornando-se necessário apenas um ajuste na correção de passos do eixo z. Após os ajustes de configuração dos passos do motor do eixo Z realizamos a segunda impressão e obtivemos a melhoria correspondente a altura nas impressões. Foi impresso o cubo novamente para averiguar os parâmetros de impressão (Figura 03).

**Figura 3** – Segundo teste de impressão – pós correção de passos.



**Fonte:** autoria própria (2022).

A partir da segunda impressão de correção de passos do eixo Z já foi possível realizar diversas impressões que pudéssemos observar a capacidade e qualidade de impressão que ela pôde oferecer. Realizamos a impressão de bonecos, geometrias, e demais objetos de teste para averiguar a qualidade de impressão da impressora.

Com base no desenvolvimento do projeto, se mostra bastante claro que os equipamentos de impressão 3D são um ótimo meio de introduzir os conhecimentos das áreas de robótica, eletrônica e mecânica, uma vez que os equipamentos são compostos basicamente por componentes desse segmento, são também muito relevantes para introdução nos conceitos da indústria 4.0, uma vez que a própria origem desta tecnologia está intrinsecamente relacionada com este conceito de indústria.

Por fim, a impressora realiza impressões com boa qualidade e precisão, sendo o suficiente para que seja efetivo nas impressões que possam ser usadas no ambiente escolar. A sua construção é robusta, o que livra de certos problemas que possam surgir durante o uso. O uso do PLA faz-se compatível com a capacidade de impressão da máquina, complementada pelo uso da placa de fenolite perfurada, além da sua usabilidade ser simples e de fácil manutenção. Em contrapartida, a sua estrutura ainda não é um modelo para ser produzido em larga escala e é suscetível ao tempo, que apesar da robustez não é resistente a umidade ou resquícios e gotejamento de água. A partir de maquinários sofisticados como CNC e corte a laser, podemos realizar cortes mais rápidos e precisos para a confecção do protótipo com materiais mais resistentes, fazendo assim com que a montagem seja mais fácil podendo ser aplicada para os próprios alunos, propriamente do ensino médio de escolas públicas, a montarem.

## 6 CONCLUSÃO

Com fundamento nas experiências práticas e teóricas deste trabalho, obtivemos resultados que condizem aos objetivos dados inicialmente, entretanto, muitos problemas ocorridos durante o percurso dificultaram no sucesso total do trabalho. Muitos destes problemas podem ser resolvidos em trabalhos futuros, que já seguem em continuidade na instituição sede deste projeto.

O custo da impressora comparado às impressoras vendidas no mercado possui valor baixo, entretanto ainda é um valor alto para boa parte da sociedade, visto que seu custo é aproximado de R\$ 500,00 chega a um total de 41,25 % do valor de um salário-mínimo (R\$ 1.212,00, promulgado em 2022). Grande parte do seu custo é devido à aquisição de peças novas que possuem valor alto, sendo eles a placa mãe

e os motores. Alguns outros fatores também contribuíram para elevação do custo: questões econômicas, inflação, economia global e geopolítica.

Por meio de novos trabalhos acadêmicos, a continuidade deste trabalho está sendo realizado com o intuito de evoluir o protótipo e deixá-lo escalável, podendo assim permitir maior produção com menor custo, além da busca, substituição e confecção de materiais que possuem alto valor, buscando alternativas mais sustentáveis, ergonômicas e eficientes. A inserção da impressora terá todo o embasamento teórico necessário ao aluno, visto que muitos deles não possuem conhecimento pela tecnologia, motivando o interesse a buscar conhecimento e assim mostrar a necessidade de investir na área de impressão 3D na educação.

## REFERÊNCIAS

KICK, Paulo Guilherme Simão. **Tênis personalizado e customizável através de tecnologias de prototipagem rápida**. 2017. 53 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Design de Produtos) - Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2017.

ALMEIDA, M. E. B.; VALENTE, J. A. Tecnologia e currículo: trajetórias convergentes ou divergentes? **Currículo, cultura e sociedade**, [S. l.], ano 2011, p. 1 - 6, 8 fev. 2011.

KOTZ, Andressa; KOVATLI, Marilei; LOCATELLI, Ederson. Possibilidades de Uso da Impressora 3D em Projetos de Sala de Aula. *In*: WORKSHOP DE INFORMÁTICA NA ESCOLA, 25., 2019, Brasília. **Anais** [...]. Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Computação, 2019. p. 1109-1113. DOI: <https://doi.org/10.5753/cbie.wie.2019.1109>.

BESKO, Marcos; BILYK, Cláudio; SIEBEN, Priscila Gritten. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. **Gestão, Tecnologia e Inovação - Revista Eletrônica dos Cursos de Engenharia**, Curitiba, v. 1, n. 3, p. 9 - 18, 4 set. 2017.