



**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM MATERIAIS**



**DESENVOLVIMENTO DE UMA IMPRESSORA 3D PARA FINS
ACADÊMICOS E ANÁLISE DE SUA INFLUÊNCIA NAS
PROPRIEDADES DO PLA**

**Autores: Aloano Régio de Almeida Pereira
Dr. Alexandre Alvarenga Palmeira**

VOLTA REDONDA, RJ

2024

Resumo: O objetivo desse trabalho visa a construção de uma impressora 3D de baixo custo, inspirada nos conceitos de software livre (*openSource*), RepRap (*Replicating Rapid-prototyper*) e IOT para fins acadêmicos. A motivação desse trabalho visa difundir conceitos tanto da parte mecânica, eletrônica, software e calibração que venha auxiliar pessoas que pretendem efetuar a construção e entender do processo de manufatura aditiva, possibilitando também aos alunos inserção ao conceito indústria 4.0. Vários conceitos são necessários e importantes nesse processo para conseguir uma qualidade de impressão como a montagem correta da estrutura mecânica, da instalação da estrutura eletrônica como sensores, atuadores, do firmware do microcontrolador (Arduino, Raspberry), da calibração dos passos dos motores e da extrusão e do monitoramento remoto. Inicialmente foi feito um estudo bibliográfico do processo de manufatura aditiva, onde uma vez esse conhecimento melhor sedimentado, iniciou-se o processo de montagem da impressora 3D. Para executar esse projeto foi seguida as seguintes etapas: 1 – Pesquisa sobre manufatura aditiva, empregando a impressão 3D; 2 – Funcionamento da impressão 3D; 3 - Desenvolvimento, construção da impressora 3D; 4 - Comissionamento e calibração da impressora; 5 – Instalação do raspberry Pi, testes e validação. O equipamento poderá contribuir muito aos cursos acadêmicos, como áreas da mecânica, elétrica, eletrônica, informática e materiais, assim como para os profissionais e/ou pessoas que buscam conhecimento tanto fins didáticos quanto para fins industriais. Pois além de mostrar o conceito e funcionamento de uma impressora 3D é possível identificar as principais divergências entre a teoria e a prática e com isso explorar o estado da arte relativamente da prototipagem 3D, assim como identificar de que forma uma Impressora 3D com recursos IoT influenciará o mundo em que vivemos e as indústrias.

Palavras-chave: Impressora 3D; Prototipagem; Industria 4.0; Arduino; Raspberry.

Sumário

1	INTRODUÇÃO	4
2	MÉTODOS	5
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	6
4	CONCLUSÕES	9
	AGRADECIMENTOS	10
	REFERÊNCIAS	10

1 INTRODUÇÃO

A prototipagem 3D tem grande potencial na transformação do modelo produtivo atual, como alternativa para criar, dispositivos personalizados e objetos de diversas geometrias que seriam difíceis de se fabricar utilizando técnicas tradicionais de fabricação. Tal tecnologia está constantemente em aperfeiçoamento, surgindo uma grande gama de materiais disponíveis para impressão, sendo eles funcionais, mais simples ou mesmo compostos. (Kalsoom; Nesterenko; Paull, 2018)

Lemke, Siple, Figueiredo (2016), afirmam que a impressão 3D tornou-se uma opção disponível no meio acadêmico para a produção de objetos físicos que podem ser utilizados como objetos de aprendizagem em diversas áreas e em diversos níveis de ensino.

Nesse aspecto, a manufatura aditiva, assim como a indústria, pode proporcionar aos alunos de graduação uma experiência pedagógica que certamente contribuirá para a formação de novos especialistas voltados para a tecnologia e introduzirá os alunos na cultura da indústria 4.0 (Santos, 2018).

A complexidade dos estudos de engenharia impõe enormes desafios de aprendizagem aos estudantes, e as tecnologias disponíveis sempre foram vistas como importantes ferramentas de ensino no sentido de que a utilização da manufatura aditiva em ambiente de graduação pode resultar na materialização da teoria em instalações, simulando um incentivo à criatividade e inovação para formação de profissionais (Moraes; Bonatelli, 2018).

Em paralelo a evolução da manufatura aditiva, outra tecnologia em destaque nas indústrias e no meio acadêmico trata-se da *Internet of Things*. Segundo Santos *et al.* (2016), a IoT emergiu com o avanço de várias tecnologias, incluindo sistemas embarcados, microeletrônica, sensoriamento e comunicação.

Conforme Freitas (2017), comenta em sua obra, a IoT é um caminho sem volta devido ao fato de conectar e facilitar tarefas do dia a dia, além de permitir que indústrias utilizem esta tecnologia para analisar e compartilhar informações essenciais de produtos via internet. Neste sentido, a capacidade de realização de monitoramento e análise em tempo real através da internet, torna-se um atrativo para os mais diversos ramos e regem os novos processos industriais.

Para execução desse trabalho foi seguindo o conceito RepRap (*Replicating Rapid-prototyper*), e posteriormente configurada através do *firmware* conforme a estrutura utilizada, para a calibração e validação foram impressos modelos específicos para validação e para a aplicação do conceito IoT foi inserida uma interface web *Octoprint* para gerenciamento, controle e monitoramento das operações de forma remota, além de se monitorar remotamente através de imagem a sua operação, visto que toda essa montagem terá como base um Arduino que fará o controle de todos o processo acoplado a uma interface eletrônica (Ramps).

Conforme apresentado a impressora 3D poderá ser aplicado ou inserido em vários meios entre eles o meio industrial e o acadêmico. Para isso buscando contribuir na evolução do estudo e no aperfeiçoamento do profissional ou aluno, propôs-se efetuar a construção de uma impressora 3D para fins didáticos (da teoria a prática) de forma a possibilitar ao aluno a analisar todo o processo dessa montagem desde a mecânica até a aplicação no conceito da indústria 4.0. Outro ponto a ser verificado é que com esse tipo de tecnologia de manufatura aditiva aplicada ao meio acadêmico é possível modelar e estudar as estruturas dos materiais aplicados.

2 MÉTODOS

O estudo tem como suporte revisões bibliográficas e documentações sobre o processo de manufatura aditiva, seus componentes e construção e que buscam a responder às questões como funcionamento e aplicações em conceito de indústria 4.0. Para isso é necessário conhecer o processo de funcionamento, construção das diversas tecnologias de manufatura aditiva e uma das necessidades das indústrias que é a conexão das impressoras 3D, mesmo que antigas, a uma rede consolidando o conceito de IoT.

Desenvolvimento, construção e calibração da impressora 3D

Esta etapa foi dividida em sub-etapas, como:

A. Construção da parte mecânica

Nessa etapa foi estudado toda fixação da estrutura, como suporte dos motores, fixação dos eixos e carros X, Y e Z e suas limitações.

B. Construção parte eletrônica

Nessa etapa foi discutido as interligações dos componentes eletrônicos, como motores de passo, display, endstops, fontes, resistências de aquecimento, conforme a sua interface e controladores, para garantir o correto funcionamento do equipamento.

C. Instalação dos firmwares

Nessa etapa foi discutido a instalação do firmware no Arduino e dos principais parâmetros a serem alterados para o funcionamento conforme a impressora (arquitetura) montada.

D. Comissionamento e calibração da impressora

Nessa etapa discutidos todos os ajustes para o correto funcionamento da impressora 3D, como a verificação da precisão do movimento dos eixos, a taxa de extrusão de forma a garantir a dimensão do material e a qualidade do produto. A calibração da impressora foi feita utilizando modelos de calibração.

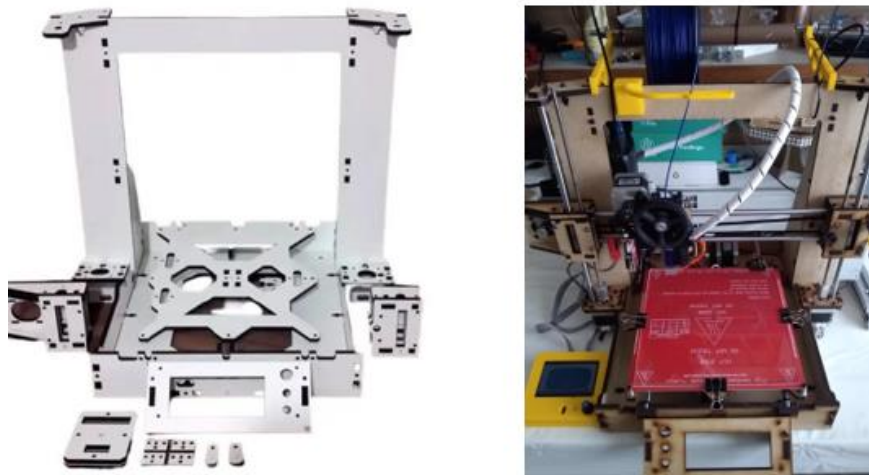
E. Instalação do raspberry, testes e validação

Nessa etapa foi discutido a instalação e a configuração do Raspberry de forma a inserir a impressora no conceito IoT. Para o funcionamento desse conceito foi instalado e configurado o software Octoprint que consiste em uma aplicação para gerenciador de impressão, podendo funcionar tanto em redes com cabo ou sem fio. Vale ressaltar que a impressora poderá funcionar com ou sem Raspberry.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O desenvolvimento foi feito de maneira bem didática de forma a garantir o entendimento e auxiliar ao profissional ou aos alunos a aprendizagem acadêmica fácil e intuitiva. Conforme mostrado na figura 1, pode ser visto a estrutura da impressora desmontada e montada.

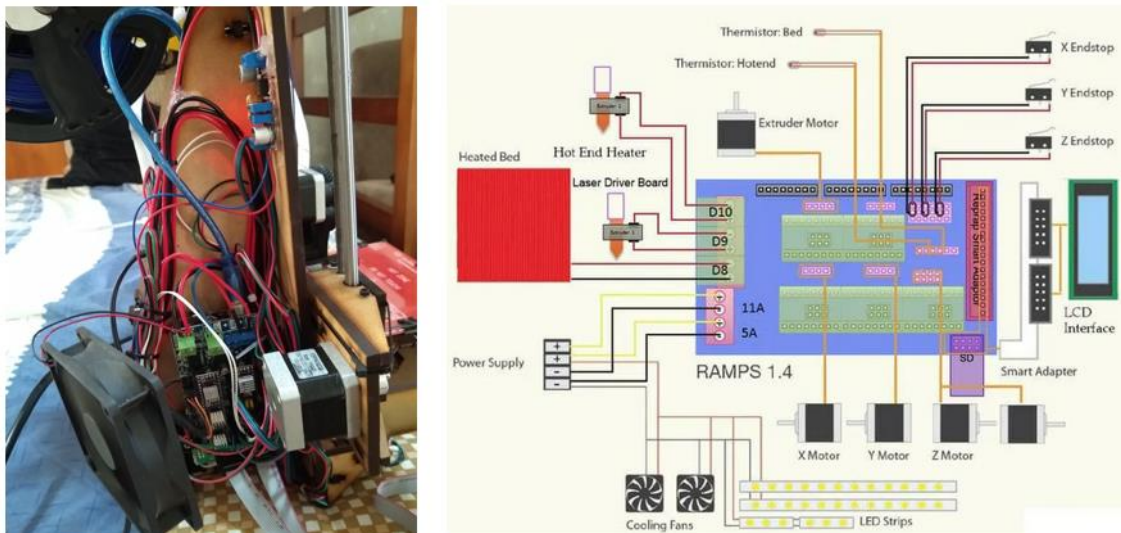
Figura 1 – Estrutura da impressora desmontada e montada



Fonte: Autores (2023)

Seguindo a metodologia pode ser visto na figura 2, a placa eletrônica e o diagrama elétrico da interface.

Figura 2 – Placa eletrônica e diagrama de ligação

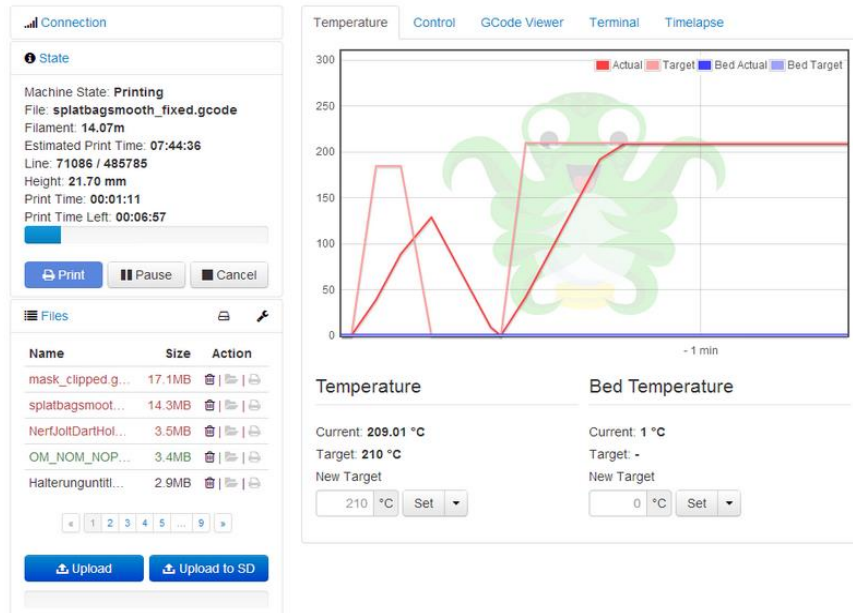


Fonte: Autores (2023)

O conceito aplicado a IoT na impressora, que tem como meio de monitoramento e controle foi feito através do software octoprint, na figura 3 pode ser visto a sua interface que é bem intuitiva e amigável, onde se pode verificar vários parâmetros para acompanhamento. Nessa tela há várias abas, como temperatura, Controle, Gcode,

terminal, timeplapse que permite efetuar a gravação da impressão, bem como mensagens de erros e status da impressão.

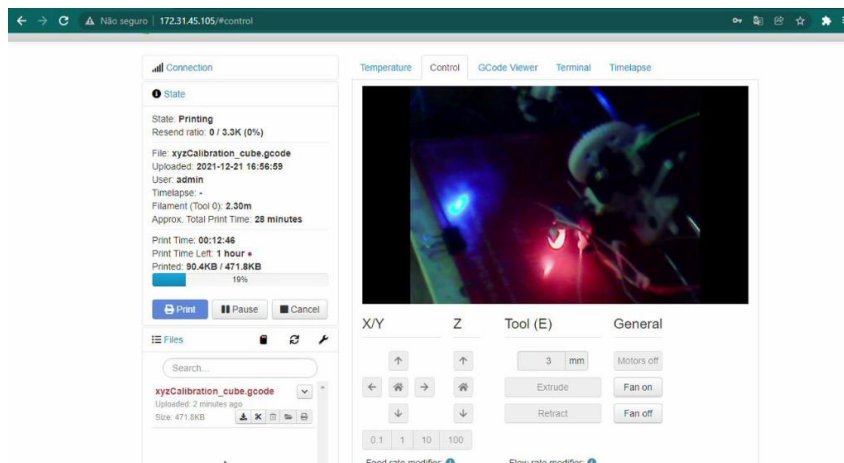
Figura 3 – Tela de interface de acesso remoto octoprint



Fonte: Autores (2023)

Na figura 4 pode ser visto tela de controle e monitoramento.

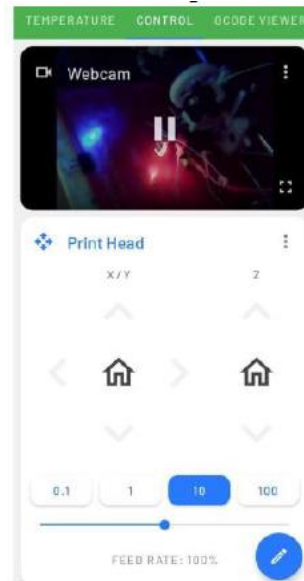
Figura 4 – Tela Web de controle monitoramento



Fonte: Autores (2023)

Como conceito IoT esses acessos desde que através de senhas podem ser feitos de um lugar diferente de onde está instalado a impressora, conforme figura 6 pode ser visto o octoreMOTE.

Figura 6 – Tela de um celular de um local diferente da impressora



Fonte: Autores (2023)

4 CONCLUSÕES

Com a entrada do conceito de indústria 4.0 nas indústrias solicita-se cada vez mais novas tecnologias e entre elas pode-se citar a IoT (internet das coisas). Esse projeto foi desenvolvido para uma aplicação onde se tem a necessidade de utilizar esse recurso, conseguindo o também o monitoramento remoto. Com isso para que se obtenha êxito com esse tipo de montagem é necessário que se conheça toda a parte estrutural bem como a parte eletrônica, conforme mencionado acima, pois são necessários todos os ajustes para a calibração bem como ajustes eletrônicos.

A implementação do sistema de gerenciamento de impressão, utilizando um Raspberry Pi 3 que poderá ser conectado a uma rede Wi-fi e efetuar todo o controle remotamente. Vale ressaltar que essa montagem é possível conectar até 4 impressoras 3D a sua rede, transformando em um centro de impressão, ou se for o caso poderá utilizar 3 impressoras mais uma câmera para monitoramento remoto. Caso opte por não utilizar o mesmo poderá ser removido e utilizar a impressora diretamente ao computador ou através de um cartão sem alguma modificação na parte eletrônica, mecânica ou no firmware da impressora.

Com isso pode-se afirmar que esse projeto poderá ser aplicado a qualquer ambiente, sendo residencial, comercial, industrial ou acadêmico e que pode ser um equipamento

que poderá se replicar utilizando o conceito do REPRAP se adequando as suas necessidades.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao UniFOA pelo apoio no desenvolvimento técnico-científico através dos mecanismos de desenvolvimento disponibilizados e pelo incentivo discente através do programa fomento à pesquisa através do seu programa de Mestrado (MEMAT).

REFERÊNCIAS

FREITAS, A. A. **A internet das coisas e seus efeitos na indústria 4.0**. 2017. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Sistemas de Computação) – Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro.

KALSOOM, U.; NESTERENKO, P. N.; PAULL, B. Current and future impact of 3D printing on the separation sciences. **Trac Trends in Analytical Chemistry**, 2018.

LEMKE, R.; SIPLE, I. Z.; FIGUEIREDO, E. B. **OAs para o ensino de cálculo: potencialidades de tecnologias 3D**. In: Revista Novas Tecnologias na Educação (RENOTE). CINTED-UFRGS. Porto Alegre, v.14, n.1, julho, 2016.

MORAES, E. C.; BONATELLI, M. L. **Manufatura aditiva: primeiras impressões 3D e o futuro da produção camada por camada**, 2018. Disponível em: <<https://bityli.com/wj9WZ>>. Acesso em: 28 jun. 2023

SANTOS, B. P. *et al.* **Internet das coisas: da teoria à prática**. Minicursos SBRC-Simpósio Brasileiro de Redes de Computadores e Sistemas Distribuídos, 2016.

SANTOS, B. P. *et al.* **Indústria 4.0: Desafios e Oportunidades**. Revista Produção e Desenvolvimento, v. 4, n. 1, p. 111–124, 2018. Acesso em: 28 jun. 2023.