

## PROJETO PARA UM BRAÇO ROBÓTICO DE BAIXO CUSTO BASEADO EM OPEN SOURCE<sup>1</sup>

### DESIGN FOR A LOW COST ROBOTIC ARM BASED ON OPEN SOURCE

Miguel Alberto Xavier Reck<sup>1</sup>

Ricardo Antonello<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Instituto Federal Catarinense – Campus Luzerna

**RESUMO:** A robotização industrial abrange diversos campos da tecnologia, como a identificação e a movimentação de objetos. Este artigo, no formato de relato de experiência, deriva de um projeto de extensão iniciado em 2018, cujo propósito foi a construção de um braço robótico de código open source através de Impressão 3D no campus do IFC Luzerna, equipamento este a ser utilizado em atividades pedagógicas e em iniciativas de pesquisa e extensão universitária. Os códigos para movimentação do braço robótico foram inteiramente desenvolvidos na linguagem Python. Segundo os pressupostos do projeto, futuramente a utilização do braço robótico poderá permitir a identificação e movimentação automática de objetos para auxiliar a mão de obra humana dentro da indústria. O principal objetivo deste texto é descrever o processo de construção e montagem do braço robótico no âmbito do IFC Luzerna.

**Palavras-Chave:** Robotização Industrial; Braço Robótico; Sistema Aberto - *Open Source*.

**ABSTRACT:** Industrial robotization covers several fields of technology, such as the identification and movement of objects. This article, in the form of an experience report, derives from an university extension project started in 2018, whose purpose was to build an open source robotic arm through 3D Printing at the Luzerna Campus of Catarinense Federal Institute, Brazil, equipment to be used in pedagogical practices and in research and university extension initiatives. The codes for moving the robotic arm were entirely developed in the Python language. According to the project's assumptions, in the future the use of the robotic arm may allow the identification and automatic movement of objects to help human labor within the industry. The main objective of this text is to describe the construction and assembly process of the robotic arm within the scope of the Luzerna Campus.

**Keywords:** Industrial Robotization; Robotic arm; Open System - Open Source.

## INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério da Educação (MEC, 2020) faz parte da missão institucional do Campus Luzerna do IFC qualificar profissionais para os diversos setores da economia brasileira, realizar pesquisa e desenvolver novos processos, produtos e serviços em colaboração com o setor produtivo. Considerando o estado de desenvolvimento tecnológico em que se encontra o Brasil e, notadamente, certas regiões de elevado grau de inovação tecnológica, como o município de Luzerna - SC, onde se encontra uma das maiores concentrações industriais do setor Eletro-Metalmeccânico em todo o país (ZAAK SARAIVA et Al., 2019), que também abriga em sua incubadora a maior concentração de Startup por habitantes do Brasil (RODRIGUES, 2019), este artigo, fruto do projeto de extensão denominado

---

<sup>1</sup> Um resumo preliminar deste trabalho foi apresentado inicialmente durante a VIIIª Semana de Ciência e Tecnologia do IFC Campus Luzerna, realizada em 2019 na cidade de Luzerna-SC.

'Programação de um braço robótico baseado em projeto de código aberto (open source)' desenvolvido no âmbito do Campus Luzerna do IFC, tem como seu objetivo principal descrever o processo de construção de um braço robótico Thor (ANGELLM, 2019a) baseado em código aberto (*open source*), equipamento hoje disponibilizado para projetos de ensino e extensão no escopo do Campus.

A metodologia para a construção do braço envolveu o projeto e a produção de peças plásticas via manufatura aditiva e usinagem, entre outras técnicas, além da aquisição de peças críticas diretamente de fornecedores na China e, nas seções seguintes apresenta-se uma descrição mais completa das etapas e resultados do projeto.

O artigo está dividido em 5 seções, sendo esta introdução, a fundamentação teórica, a metodologia, os resultados e discussão, as considerações finais e as referências.

## FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Este é um artigo fruto de um projeto de Extensão Tecnológica que incluía entre seus objetivos originais a capacitação do bolsista de graduação em diversos conceitos, métodos e técnicas necessários para a construção do protótipo experimental descrito, sendo a seguir listadas algumas das várias tecnologias utilizadas.

### Linguagem Python

A linguagem de programação Python é uma linguagem de código aberto e de alto nível, criada pelo holandês Guido Van Rossum (PYTHON, 2021). Seu objetivo era criar uma programação que fosse disponível para todos e oferecesse uma liberdade maior ao programador, independente do objetivo do programa ou do tipo de negócio ou organização. Ela acabou se tornando extremamente popular, fazendo com que diversos sistemas aceitem atualmente essa maneira relativamente nova de programar (LABAKI, 2019).

Na prática, a Python é uma excelente linguagem interativa e orientada a objetos, normalmente considerada como melhor do que linguagens como Lisp, Tcl, Perl, Ruby, C#, Visual Basic, Visual Fox Pro, entre outras, combinando robustez notável com sintaxe clara e relativamente simples (PYTHON, 2021).

Graças à sua popularidade, há diversos programas e APIs<sup>2</sup> em Python já feitos na internet, facilitando o trabalho de programação e, por esse motivo, grandes empresas como a NASA, Nokia e Disney, entre outras, utilizam a programação em Python em seus projetos, e em muitos casos, liberam tais códigos para a comunidade (LABAKI, 2019).

Uma das grandes qualidades da linguagem Python, e que acaba se tornando uma vantagem de sua utilização em relação às outras linguagens, é o fácil aprendizado, aliado à sua capacidade de uso na criação de projetos mais complexos, como por exemplo o estudo de imagens.

### Manufatura Aditiva / Impressão 3D

O princípio geral de funcionamento de uma impressora 3D é o uso de filamentos PLA, ABS, PETG, FLEX ou Tritan HT, que através do software alimentado

---

<sup>2</sup> Application Program Interface: Sistema de software que permite acesso a funções específicas de um programa.

com as dimensões e parâmetros exatos do projeto a ser fabricado, estrutura a peça que será impressa.

Assim, no processo de Impressão 3D as ordens dadas pelo computador tratam de regular o carro da impressora segundo fatores exatos tais como, espessura, comprimento, altura e quantidade de preenchimento das peças. Impressoras 3D trabalham com alta temperatura para a moldagem dos objetos impressos, e seu tempo de impressão é demorado, pois necessitam de tempo para ter uma ótima qualidade.

Estima-se que no Brasil existam atualmente cerca de 10 mil Impressoras 3D Desktop (com valor até US\$ 5 mil dólares) em pleno funcionamento e, segundo a Market & Market, em 2020 o mercado mundial de Impressoras 3D foi da ordem de US\$ 12 bilhões, com previsão para US\$ 34,8 bilhões em 2026, já que nos últimos 10 anos as vendas nesse mercado têm crescido a uma Taxa de Crescimento Anual Composto, CAGR, de 22%, um número impressionante (M&M, 2021).

### Controlador Raspberry Pi

O Raspberry Pi pode ser considerado por muitos profissionais como um pequeno sistema autônomo, que é capaz de exercer o mesmo papel que um computador normal. Vale ressaltar que este é mais direcionado para programadores, mas não deixa de ser uma boa alternativa para consumidores que desejam gastar pouco com um computador.

Ele possui uma saída HDMI, permitindo a conexão de um monitor, e dependendo do modelo, pode haver até 4 entradas USBs para a conexão de equipamentos externos, como teclado, mouse, dentre outros. Também admite a conexão de circuitos elétricos, permitindo o controle dos mesmo por meio de linguagens de programação. Algo muito parecido com o que é visto no Arduino, onde são programadas as entradas e saídas, digitais ou analógicas, para diferentes necessidades (UPTON, 2017).

Ele possui diferentes sistemas operacionais, sendo que qualquer pessoa tem acesso a tais arquivos pelo site oficial da empresa. O principal, e mais utilizado é o Debian, um sistema baseado no Linux que funciona no Raspberry Pi.

A Figura 1 a seguir apresenta uma placa funcional de Raspberry Pi.

**Figura 1** – Raspberry Pi em Perspectiva.



**Fonte:** Reproduzido de Upton (2017).

## METODOLOGIA

Por se tratar de um projeto de extensão cujos objetivos transcenderam à mera construção do braço robótico, o projeto também incluiu metas relacionadas ao aprendizado do bolsista em linguagens de programação e utilização de equipamentos como Impressoras 3D e instrumentos para medição de carga mecânica. Para proporcionar um adequado gerenciamento do projeto, o mesmo foi separado em macro etapas, que podem ser observadas a seguir:

- *Aprendizado na linguagem Python*: como já comentado, a linguagem *Python* apresenta uma maior simplicidade comparada às outras linguagens.
- *Impressão das peças em 3D*: foi realizada a impressão das peças necessárias para a montagem do braço.
- *Aquisição de peças*: foram adquiridas peças que não podiam ser impressas como parafuso, hastes, rolamentos, porcas de freio, motores, polias e correias.
- *Instrumentação mecânica*: foi realizado um estudo para conhecer a carga máxima suportada pelo braço.

O projeto básico elaborado para o hardware (parte física) do produto aqui descrito, ou seja, o braço robótico em si, se baseia em grande medida nas propostas apresentadas por AngelLM (2016a; 2016b).

De forma geral, pode-se caracterizar o processo de produção aqui planejado como lento, incluindo-se no tempo total de produção centenas de horas de impressões de peças 3D, tarefa naturalmente lenta, como já citado.

Além disso, todas as peças a serem obtidas através de manufatura aditiva também tiveram que se submeter à existência de uma elevada demanda pela impressora utilizada, disponibilizada aos diversos pesquisadores do campus de forma compartilhada, e desta forma as peças do braço robótico foram produzidas em etapas separadas, sempre que houvesse disponibilidade da Impressora 3D.

Na etapa da montagem do braço, quando também foram necessários motores, polias, correias, placas, e outras peças voltadas à tração e movimentação do braço, estes componentes tiveram que ser importados, o que agregou ainda mais tempo ao prazo inicialmente planejado.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção apresenta-se uma descrição objetiva dos principais resultados, com destaque para a impressão das peças através de manufatura aditiva, aquisição de peças especiais e montagem do braço, testes e avaliação/finalização do projeto.

Inicialmente as impressões estavam sendo produzidas com defeitos perceptíveis a olho nu, descobrindo-se então que a razão para os defeitos era que a Impressora 3D utilizada na tarefa estava com o bico quebrado. Feitos os ajustes necessários e a troca do componente com defeito obteve-se assim um grau de qualidade satisfatório.

Como já citado, as peças obtidas através de manufatura aditiva exigiram bastante tempo de impressão, não apenas devido à baixa velocidade típica das impressoras 3D, mas também pela existência de uma elevada demanda pela impressora utilizada, que por suas características é disponibilizada aos pesquisadores do *campus* de forma compartilhada, e desta forma as peças do braço robótico terminaram por demorar um tempo de cerca de 80% a mais do que o

originalmente esperado para serem confeccionadas.

Na etapa da montagem do braço, também foram necessários motores, polias, correias, placas, e outras peças voltadas à tração e movimentação do braço, que foram adquiridas pelos pesquisadores do projeto, sendo algumas das peças mais importantes adquiridas da China, o que proporcionou um aumento ainda maior no tempo total estimado para construção do equipamento.

Os componentes adquiridos foram quase 100% baseados na lista disponível no portal Github (ANGELLM, 2019a).

**Figura 2** – Peças do braço robótico Thor recém impressas em 3D.



**Fonte:** Os autores (2019).

Por razões diversas, entre as quais se incluem o elevado tempo de produção das peças, o tempo total de montagem do braço terminou por exceder o prazo de duração do projeto.

Isto, contudo, não impediu os envolvidos em finalizar a montagem, com alguns meses de atraso, de forma voluntária, mesmo sem bolsa.

Dando prosseguimento à apresentação dos resultados, passa-se às imagens do equipamento já devidamente montado, conforme Figura 3 a seguir.

**Figura 3** – Vista geral do Braço Robótico devidamente montado e funcional.



**Fig 3-a** – Vista em perfil do braço dobrado.



Fonte: Os autores (2020).

**Fig 3-b** – Braço estendido.



Fonte: Os autores (2020).

Atualmente, o braço robótico confeccionado e plenamente funcional encontra-se à disposição dos pesquisadores no laboratório de projetos de automação industrial, no bloco B do Campus Luzerna do IFC.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo teve como objetivo principal descrever o processo de construção de um braço robótico Thor baseado em código aberto (open source), no âmbito do Campus Luzerna do IFC, equipamento a ser disponibilizado para projetos de ensino e extensão no escopo do Campus.

Em seu conjunto, o projeto se mostrou de extrema importância para a formação acadêmica, curricular e social do bolsista.

É importante notar, devido às dificuldades próprias da confecção das peças utilizando Impressão 3D (processo bastante lento), além do fato de que a Impressora 3D utilizada foi compartilhada entre vários pesquisadores que a utilizavam para distintos projetos, que o prazo para confecção do braço ultrapassou em muito as etapas previstas originalmente na fase de planejamento.

O braço robótico atualmente se encontra no Instituto Federal Catarinense, Campus Luzerna, para possíveis melhorias de desempenho, podendo ser utilizado em diversos projetos de ensino, pesquisa e extensão.

Espera-se que, a partir deste primeiro protótipo funcional, a tecnologia de fabricação de braços robóticos de baixo custo se dissemine, contribuindo para a automatização de pequenas fábricas na região de atuação do IFC Campus Luzerna.

## AGRADECIMENTOS

Os autores do presente artigo agradecem ao Instituto Federal Catarinense, *campus* Luzerna, por permitir a realização do projeto descrito através do fomento à Extensão Universitária via Edital 04/2018 (IFC, 2018).

## REFERÊNCIAS

ANGELLM. Component List: Thor Printable Robotic Arm. In: **GitHub**. Disponível em: <<https://github.com/AngellM/Thor/wiki/Component-list>>. Acesso em: 01 de ago. 2019.

ANGELLM. **Thor - Open Source, 3D Printable Robotic Arm**. 29 ago. 2016. Disponível em: <<https://www.thingiverse.com/thing:1743075>>. Acesso em 21 jan. 2021.

COSTA, Daniel. **Braços robóticos disponíveis para imprimir em 3D!!!** 30 ago. 2016. Disponível: <[www.logicamecatronica.com/2016/08/30/bracos-roboticos-disponiveis-para-imprimir-em-3d/](http://www.logicamecatronica.com/2016/08/30/bracos-roboticos-disponiveis-para-imprimir-em-3d/)>. Acesso em 21 jan. 2021.

IFC - Instituto Federal Catarinense. **Edital Nº 004/2018, de 03 de agosto de 2018:** Apoio a projetos de extensão do IFC - Campus Luzerna. Disponível em: <<https://extensao.luzerna.ifc.edu.br/wp-content/uploads/sites/16/2018/08/Edital-004-2018-Apoio-a-Projetos-de-Extens%c3%a3o.pdf>>.

LABAKI, Josué. **Introdução a Python - Módulo A. Grupo Python Unesp Ilha Solteira. 2019.**

M&M - Markets and Markets. **3D Printing Market 2021-2026**. 2021. Disponível em: <<https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/3d-printing-market-1276.html>>

MEC - Ministério da Educação. **Rede Federal**. 05 ago 2020. Disponível em: <<https://www.gov.br/mec/pt-br/acesso-a-informacao/institucional/secretarias/secretaria-de-educacao-profissional/rede-federal>>. Acesso em 21 mar. 2021.

PYTHON. **The Python Wiki**: Front Page. 2021. Disponível em: <<https://wiki.python.org/moin/FrontPage>>. Acesso em 19 fev 2021.

RICHARDSON, Matt; WALLACE, Shawn. **Primeiros Passos com o Raspberry Pi**. 2013. Disponível em: <<http://www.martinsfontespaulista.com.br/anexos/produtos/capitulos/704370.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

RODRIGUES, Fabrício. O que faz Municípios Catarinenses serem Líderes Nacionais na Proporção de Startups por Habitante. In: **SCInova**. 2019. Disponível em: <<https://scinova.com.br/oque-faz-municipios-catarinenses-serem-lideres-nacionais-na-proporcao-de-startups-porhabitante/>>. Acesso 23 fev 2021.

UPTON, Eben. **Raspberry Pi 2 on sale now at \$35**. 2 fev. 2015. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.com/news/raspberry-pi-2-on-sale/>>. Acesso em: 08 ago. 2019.

ZAAK SARAIVA, Ilyushin; MOREJON, Camilo Freddy Mendoza. Concentração Industrial, Inovação Tecnológica e Economia do Conhecimento: Caracterizando o Arranjo Produtivo Eletrometalomecânico de Luzerna-SC. In: **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, dez. 2020. <<https://doi.org/10.13140/RG.2.2.35407.30888/2>>.

## **SOBRE OS AUTORES**

Miguel Alberto Xavier Reck – Bolsista (*Graduando em Engenharia Mecânica, IFC*), Instituto Federal Catarinense, Luzerna, [miguelreck2@gmail.com](mailto:miguelreck2@gmail.com).

Ricardo Antonello – (*Mestrado em Ciência da Computação, UFSC, 2010*), Professor dos Cursos de Bacharelado em Engenharia Mecânica e Engenharia de Controle e Automação, Instituto Federal Catarinense, Luzerna, [ricardo.antonello@ifc.edu.br](mailto:ricardo.antonello@ifc.edu.br).