

GARRA FLEXÍVEL E ADAPTATIVA

FLEXIBLE AND ADAPTATIVE GRIPPER

Leonardo Monteiro Da Silva¹

Marco Antonio Teixeira Piveta²

Ryan Rodrigues Atavila³

Luciano André Dos Santos⁴

Hugo Sakai Idagawa⁵

RESUMO

O projeto "Garra Flexível e Adaptativa" desenvolve uma garra robótica inovadora que usa sucção a vácuo para manipular objetos de diferentes formatos. O objetivo é superar as limitações das garras rígidas tradicionais e atender à demanda por sistemas de automação versáteis na Indústria 4.0. A garra será feita com materiais elastoméricos, como o TPU, utilizando impressão 3D. O projeto também inclui a criação de um protocolo de comunicação universal para garantir a compatibilidade com diversos braços robóticos e CLPs. A pesquisa espera que a nova garra reduza custos operacionais e aumente a eficiência em linhas de produção, contribuindo para o avanço da robótica flexível nas áreas de logística, manufatura e paletização. Em suma, os primeiros resultados são satisfatórios, tendo em vista ter como objetivo a flexibilidade da garra devido ao filamento de TPU, que permite esse movimento.

Palavras-chave: Garra, robótica, flexível, adaptativa, comunicação, geometrias, automação.

ABSTRACT

The "Flexible and Adaptive Gripper" project is developing an innovative robotic gripper

¹ Aluno Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange". ryan.atavila2@senaisp.edu.br

² Aluno Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange". marco.piveta2@senaisp.edu.br

³ Aluno Graduando em Tecnologia em Mecatrônica Industrial na Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange". leonardo.silva307@senaisp.edu.br

⁴ Professor Mestrando em Automação - Eng^o Mecânica, Especialista em Planejamento Educacional e Docência de Ensino Superior e Especialista em Eletrônica Embarcada, Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange". luciano.santos@sp.senai.br

⁵ Professor Mestre em Engenharia Mecânica, Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange". hugo.sakai@sp.senai.br

that uses vacuum suction to handle objects of different shapes. The goal is to overcome the limitations of traditional rigid grippers and meet the demand for versatile automation systems in Industry 4.0.

The gripper will be made with elastomeric materials, such as TPU, using 3D printing. The project also includes creating a universal communication protocol to ensure compatibility with various robotic arms and PLCs (Programmable Logic Controllers). The research expects the new gripper to reduce operational costs and increase efficiency in production lines, contributing to the advancement of flexible robotics in the fields of logistics, manufacturing, and palletizing. In summary, the initial results are satisfactory, considering that the goal is to achieve flexibility in the claw due to the TPU filament, which allows for this movement.

Keywords: Gripper, robotics, flexible, adaptive, communication, geometries, automation.

1 INTRODUÇÃO

A crescente importância de sistemas de braços robóticos versáteis levou ao desenvolvimento de sistemas que podem ser aplicados em vários ambientes e tarefas desafiadoras. Sob essa circunstância, o presente trabalho propõe o projeto de uma nova garra robótica com material flexível, ou seja, uma garra cujo material possui propriedades feitas de plástico ou borracha (BlogMUV, 2025) para ser usada com diferentes tipos de braços robóticos, desde o tipo industrial convencional até aqueles usados em máquinas, routers etc., com o maior custo-benefício possível. A flexibilidade na garra se faz essencial, pois de acordo com SANTOS (2024, p. 12) “A necessidade de atender a exigências que a robótica tradicional, feita com materiais rígidos, não consegue suprir levou ao desenvolvimento de um novo tipo de material utilizado na fabricação de robôs, gerando o que é chamado de Soft Robotics, ou popularmente conhecido como robótica flexível. “. Tendo isto em mente, o objetivo deste projeto é o desenvolvimento do movimento da garra, possibilitando o manuseio preciso e variado de objetos de diferentes formas e resistências, abrindo assim novos caminhos na automação.

Esta pesquisa destaca o desafio proposto pelo grupo de projetar um mecanismo de garra que seja preciso, ágil e que tenha um meio rápido e fácil de se

encaixar com outros sistemas, e que ao mesmo tempo, seja robusto o suficiente para ter um funcionamento adequado, assim, utilizando de conhecimentos prévios e pesquisas, como artigos e exemplos de mecanismos, foi possível encontrar um mecanismo da empresa FESTO (2025), que desenvolveu uma garra com alta flexibilidade e maleabilidade, visando imitar o movimento do tentáculo de um polvo, tendo uma maior agilidade e facilidade para manipulação de diversos formatos e tamanhos, além do uso de softwares, como o SolidWorks e o Cura, e fabricado utilizando a máquina de impressão 3D, Ender Pro 3.

Nos ambientes industriais e cooperativos, onde a dinâmica do processo e a variação de peças são altas, é imperativo ter uma garra que seja capaz de mudar seu comportamento para as condições operacionais a fim de atingir a máxima produtividade e o mínimo risco operacional. Este protótipo da garra é criado com o auxílio da tecnologia de impressão 3D, cujo material utilizado é o TPU (Poliuretano Termoplástico). O alto grau de precisão e as geometrias complexas que são possíveis com a impressão 3D usando TPU são úteis para realizar a integração do dispositivo com várias plataformas robóticas, pois de acordo com o site Mais Polímeros (2020) “A tecnologia de impressão 3D tem revolucionado a indústria, especialmente no que se refere a criação de protótipos, que podem ser produzidos com muito mais velocidade e precisão a partir dessa ferramenta”.

2 REVISÃO DE LITERATURA

Os avanços na robótica industrial impulsionaram a busca por sistemas de manipulação mais flexíveis, como as garras robóticas. As garras tradicionais, de estrutura rígida, são ineficientes em ambientes dinâmicos, pois exigem reconfigurações ou substituições caras para lidar com diferentes objetos.

Para superar essas limitações, pesquisadores têm desenvolvido garras flexíveis inspiradas na natureza, como tentáculos de polvos (FESTO, 2025), usando materiais elásticos e sucção a vácuo para maior adaptabilidade. A manufatura aditiva (impressão 3D) tornou-se essencial nesse processo, permitindo a criação de geometrias complexas e personalizadas de forma mais rápida e econômica.

Entre os materiais utilizados, o Poliuretano Termoplástico (TPU) se destaca por sua elasticidade, durabilidade e resistência a impactos e produtos químicos. Ele é ideal para a impressão 3D de componentes robóticos flexíveis, facilitando a criação

de garras que se adaptam a diferentes plataformas robóticas com precisão e economia.

Figura 1 – Garra Pneumática certificada pela Universal Robots



Fonte: Universal Robots, 2025

Figura 1 - TentacleGripper



Fonte: FESTO, 2025

3 METODOLOGIA

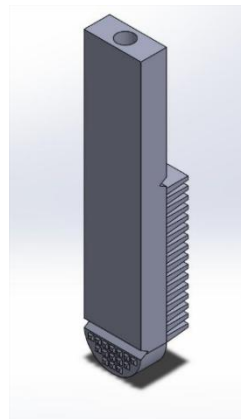
A metodologia adotada para este projeto passou por alguns processos, começando pela revisão teórica, fundamentando conceitos e o preparo necessário para a Garra Flexível e Adaptativa. Em seguida, as Modelagens da Garra e seu Suporte, nas quais foram realizados desenhos CAD no software SolidWorks para a modelagem das peças necessárias para o funcionamento do produto. Seguindo esse processo, é iniciado a impressão 3D da Garra e do Suporte, que ao terminar, inicia os Testes e Ajustes das garras, testes experimentais e ajustes para garantir o funcionamento da garra.

3.1 MODELAGENS DA GARRA E SEU SUPORTE: VISUALIZANDO O PROJETO

A modelagem no software SolidWorks permitiu a criação das peças de maneira digital das peças, detalhadas de seu sistema (Figura 5 e 6). Essa etapa de visualização o projeto em 3D, permite identificar os possíveis problemas de montagem ou interferência entre componentes, para realizar ajustes e refinar o design antes da fabricação, pois os desenhos CAD servem como base para a produção das peças.

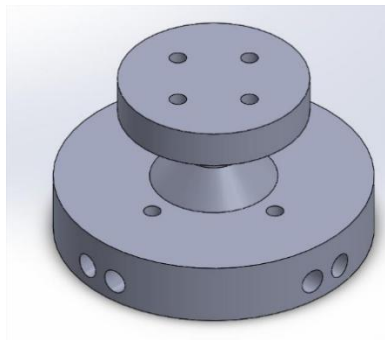
Eles fornecem as dimensões precisas para as especificações necessárias para a fabricação, seja por impressão 3D, usinagem ou outros processos. A modelagem das peças também auxilia no planejamento da montagem da garra e de seu suporte, posteriormente.

Figura 5 – Desenho 3D Dedo (Pinça) da garra



Fonte: Autoria própria.

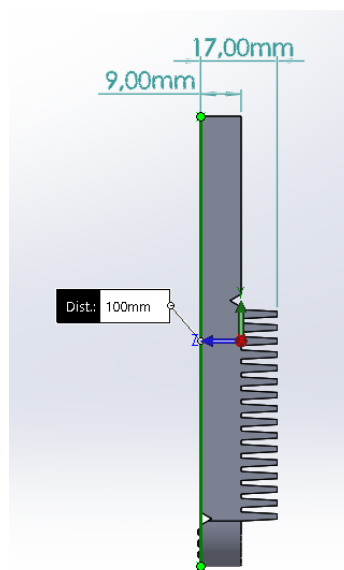
Figura 6 – Suporte da garra



Fonte: Autoria própria.

As dimensões utilizadas para a garra e o suporte foram idealizadas de maneira que sua montagem permanecesse de forma ideal no projeto. A garra (Figura 7) foi dimensionada para ter uma área adequada para o agarre.

Figura 7 – Dimensões da Garra



Fonte: Autoria própria.

3.2 IMPRESSÃO 3D DA GARRA E DO SUPORTE

O projeto segue com o início das impressões do dedo e do suporte, com os desenhos 3D salvos na extensão STL, foi possível realizar. Para a impressão, foi utilizado:

- **Máquina.:** ENDER 3 PRO
- **Software:** CURA
- **Altura de Camada:** 0,20mm;
- **Temperatura de Impressão:** 210°C;
- **Temperatura da Mesa:** 56°C;
- **Velocidade de Impressão:** 60mm/s.

Como dito anteriormente, para garra, foi utilizado o filamento TPU, já para o suporte da garra, foi decidido usar o filamento PLA, pois é um material fácil de imprimir, assim como o TPU, alta qualidade visual, dureza superficial elevada de acordo com a Shore D, tendo seu valor entre 80 e 82 na escala (3DLAB, 2025), e é um material biodegradável de origem natural, ou seja, ele se decompõe naturalmente no meio ambiente, tendo uma redução da poluição e minimizando o impacto ambiental (Plastfood, 2025).

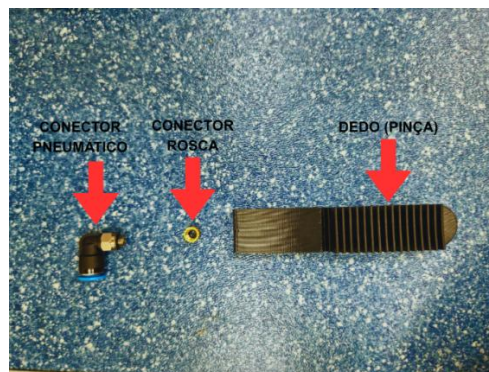
3.3 INÍCIO DOS TESTES E AJUSTES: VALIDANDO E OTIMIZANDO

Após a modelagem e montagem da garra, se inicia o período de testes experimentais, que visam verificar se a garra funciona conforme o esperado e, se consegue agarrar os objetos de maneira segura, assegurando que o sistema de adaptação está operando corretamente. Contudo, é imprescindível que os primeiros testes revelem a necessidade de ajustes. Isso pode envolver modificações no design das peças, mudanças nos parâmetros de controle ou até otimizações no meio de acionamento da garra.

4 RESULTADOS INICIAIS

Os primeiros resultados obtidos com o desenvolvimento do projeto indicam um bom potencial em termos de flexibilidade da garra. O primeiro protótipo da garra (Figura 8) demonstrou flexibilidade e resistência mecânica satisfatória ao primeiro contato.

Figura 8 – Primeiro protótipo da garra.



Fonte: Autoria própria.

5 CONCLUSÃO

O projeto "Garra Flexível e Adaptativa" desenvolveu uma garra robótica com material flexível (TPU), fabricada via impressão 3D. O objetivo é superar as limitações das garras rígidas e aumentar a eficiência em ambientes industriais dinâmicos. A metodologia incluiu modelagem em SolidWorks e testes experimentais, resultando em uma solução econômica e adaptável para a automação industrial.

REFERÊNCIAS

Comparação entre garras robóticas: garra pneumática vs garra hidráulica. Disponível em: <https://www.universal-robots.com/br/blog/comparac%C3%A3o-entre-garras-rob%C3%B3ticas-garra-pneum%C3%A1tica-vs-garra-hidr%C3%A1ulica/>. Acesso em 03 de junho de 2025

Festo, TentacleGripper. Disponível em: https://www.festo.com/us/en/e/about-festo/research-and-development/bionic-learning-network/bionic-grippers-and-soft-robots/tentaclegripper-id_33321/. Acesso em 29 de abril de 2025.

Filamento flexível: Guia para fazer a escolha certa. Disponível em: <https://blog.muv.ind.br/filamento-flexivel>. Acesso em 01 de abril de 2025.

MAIS POLÍMEROS: Impressão 3D: o que é, como funciona e quais os tipos de impressoras 3D. Disponível em: <https://maispolimeros.com.br/2020/01/30/impressao-3d/>. Acesso em: 13 de maio 2025.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI "Roberto Mange". Agradecemos também ao professor Hugo Sakai Idagawa e ao professor Luciano André Dos Santos pelas sugestões contrutivas que enriqueceram significamente este trabalho.

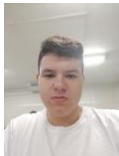
SOBRE O(S)AUTOR(ES)

Leonardo Monteiro Da Silva



Possui curso Técnico em Mecânica Industrial pela Etec Polivalente de Americana (2019), Técnico em Mecatrônica pela Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange” (2023) e atualmente cursando Tecnólogo em Mecatrônica Industrial na mesma instituição. Tem experiência na área de manutenção.

Marco Antonio Teixeira Piveta



Possui curso Técnico em Mecatrônica pela Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange” (2022) e atualmente cursando Tecnólogo em Mecatrônica Industrial na mesma instituição. Tem experiência na área de manutenção.

Ryan Rodrigues Atavila



Possui curso Técnico em Mecatrônica pela Escola e Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange” (2022) e atualmente cursando Tecnólogo em Mecatrônica Industrial na mesma instituição. Tem experiência na área de manutenção e laboratório de estudos.

Luciano André Dos Santos



Professor Mestrando em Automação - Eng^a Mecânica, Especialista em Planejamento Educacional e Docência de Ensino Superior e Especialista em Eletrônica Embarcada, Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange”.

Hugo Sakai Idagawa

Professor Mestre em Engenharia Mecânica, Faculdade de Tecnologia SENAI “Roberto Mange”.

