cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Desenvolvimento e Caracterização de Atuadores Pneumáticos Flexíveis Fabricados em TPU via Manufatura Aditiva

Guilherme H.D. Barbaresco[1]; Hugo S. Idagawa[1]; Adriano F. Gonçalves[1]; Carlos A.A. Melo[1]; Luciano A. dos Santos[1]; Ricardo Favaro[1]; Michel de M. Chaparro[1]
1. Centro Universitário SENAI São Paulo Campus Campinas "Roberto Mange"

Introdução

A manipulação robótica convencional baseada em atuadores rígidos apresenta limitações operacionais no manuseio de objetos com geometrias complexas ou superfícies frágeis. Em contrapartida, a robótica flexível (*soft robotics*) baseia-se em conceitos bioinspirados para viabilizar movimentos orgânicos e deformações estruturais adaptativas.

Objetivos

Este trabalho teve como objetivo desenvolver e validar garras pneumáticas flexíveis.

Metodologia

1. Concepção e Evolução Geométrica

Modelagem 3D bioinspirada iterada em **4 versões de protótipos.**

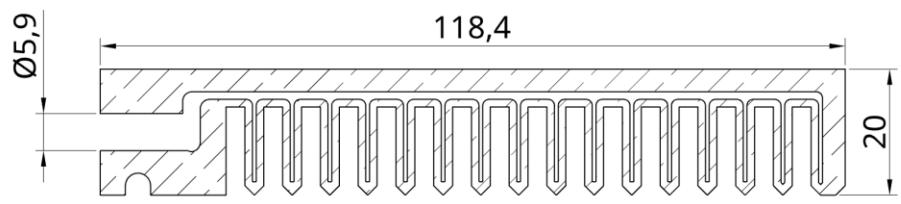


Figura 1. Vista em corte de uma das garras.

2. Manufatura Aditiva de Precisão (FDM):

Impressão 3D em TPU com calibração rigorosa de fluxo, perímetros e extrusão para assegurar estanqueidade das câmaras pneumáticas e prevenir delaminação entre as camadas.

3. Simulação e Caracterização Experimental:

- Simulação FEA (SolidWorks): Customização na biblioteca para alteração no coeficiente de Poisson de 0,3;

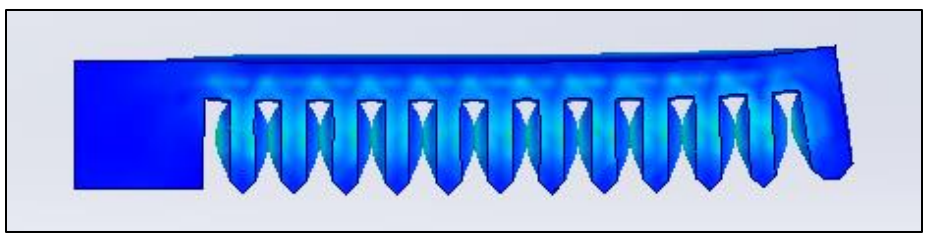


Figura 2. Resultado da simulação FEM.

- **Ensaio de Tração (ASTM D638):** Caracterização mecânica (v=300 mm/min) para obter a curva tensão-deformação;
- **Bancada:** Pressurização cíclica monitorada por sensor a laser em 3 pontos, validando deflexão e reversibilidade.

Resultados e Discussão

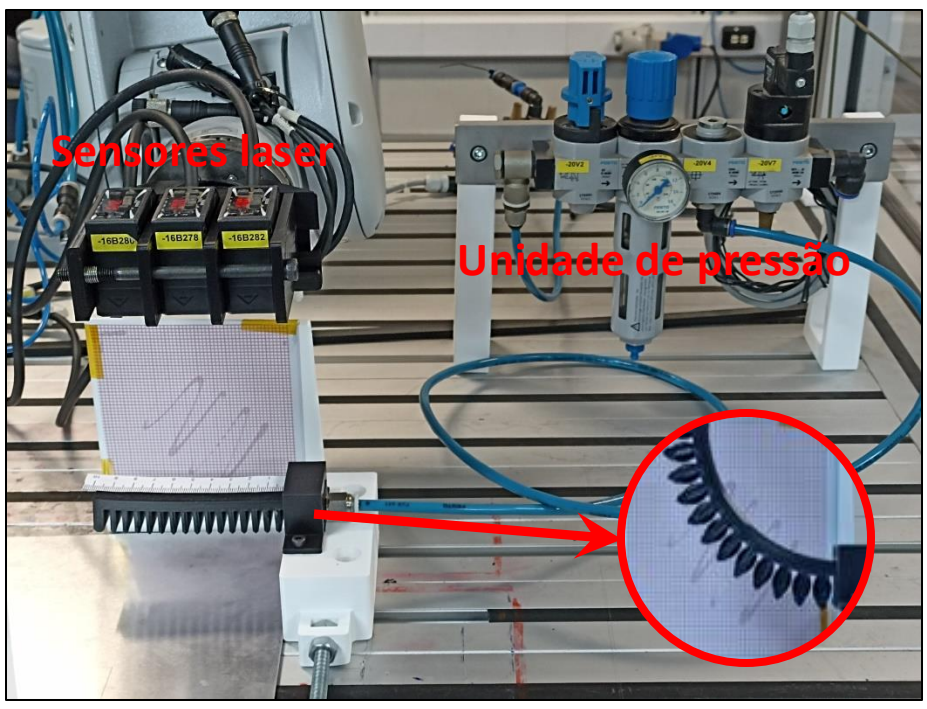


Figura 2. Bancada experimental desenvolvida.

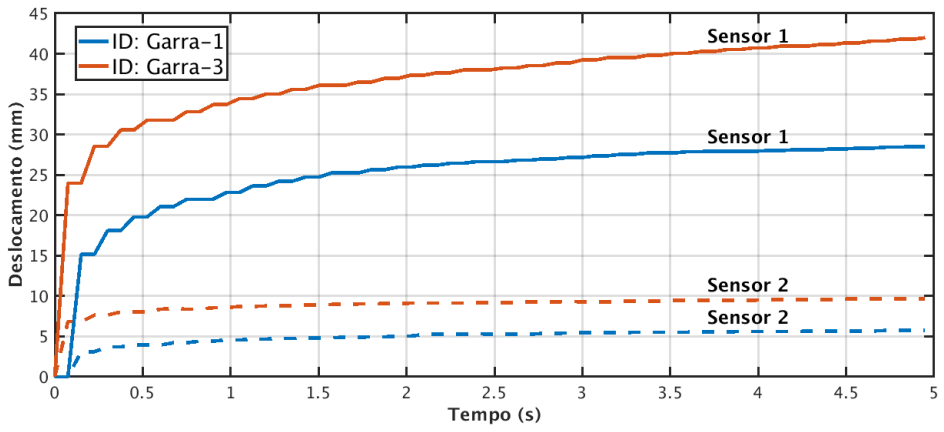


Figura 3. Deflexão no tempo das garras (2bar).

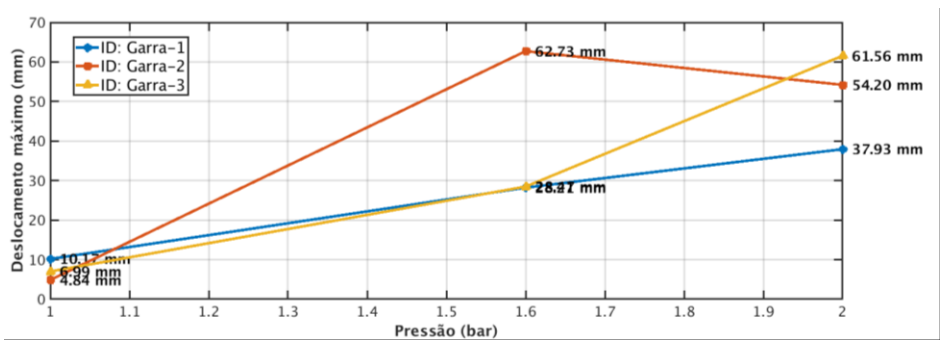


Figura 4. Deflexão máxima das garras em função da pressão.

Conclusões

- ✓ O processo de fabricação das garras em TPU foi bem sucedido e garantiu a estanqueidade até 2bar de pressão;
- ✓ Alguns protótipos apresentaram uma deflexão máxima acima de 61mm e que pode ser variado em função da pressão e da geometria da garra.
- ✓ A aquisição da deflexão em função do tempo foi adequada, porém o sistema de leitura (CLP) não é rápido o suficiente para capturar a resposta transiente inicial da garra.

Referências e Agradecimentos

Ye Su, Tim C. Lueth, Yilun Sun, **Design of a one-shot FDM-printed adpative robotic gripper with rigid-flexible hybrid fingers**, Mechatronics, 2026.

Os autores agradecem ao SENAI São Paulo pela concessão de auxílio pela participação no Grupo de Pesquisa em Engenharia Elétrica, Eletrônica, Automação e Reindustrialização.