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

# Desenvolvimento de Robôs Colaborativos (Cobots) por Manufatura Aditiva: Um Estudo Experimental

Victor Raul Huaman Condori[1]; Carlos Alexis Alvarado Silva[2]; Erick Siqueira Guidi[1]; Antônio Reis Faria Neto[1]; Geraldo Cesar Rosario de Oliveira[1,3] ; Victor Orlando Gamarra Rosado[1]; Fernando de Azevedo Silva[1]

[1] Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá –UNESP; [2] Universidad Cesar Vallejo (UCV); [3] Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP)

## Introdução

A manufatura aditiva por Modelagem por Deposição Fundida (FDM) permite personalizar ferramentas de cobots (ROSSI *et al.*, 2020), componentes de juntas (SHIN *et al.*, 2022) e apoiar o ensino de automação (CHIOU *et al.*, 2025). Porém, a rigidez, a tenacidade e a capacidade de carga dependem do filamento e da adesão entre camadas, o que torna a escolha do material crítica.

## Objetivos

Comparar PLA, PLA/FC (fibra de carbono descontínua) e PETG/FC em cobots de escala reduzida e identificar o material mais adequado a cada componente estrutural, por meio de ensaios de capacidade de carga e resistência mecânica.

## Metodologia

A fabricação dos cobots por FDM, utilizando um filamento distinto para cada protótipo: PLA, PLA/FC e PETG/FC (Fig. 1). A manipulação do sistema é operada por servomotores SG90 e MG90S, comandados através de um painel de controlo desenvolvido em Python (Fig. 2). Para o ensaio de carga, aplicaram-se massas suspensas de 228,5 g, 230,4 g e 440 g na garra, medindo-se o deslocamento através de um relógio comparador digital (Fig. 3). Por fim, a análise de falha foi conduzida por microscopia ótica na região da trinca (Fig. 4).).




Figura 1. Cobots em MDF (preto, cinza e branco) e massas utilizadas.

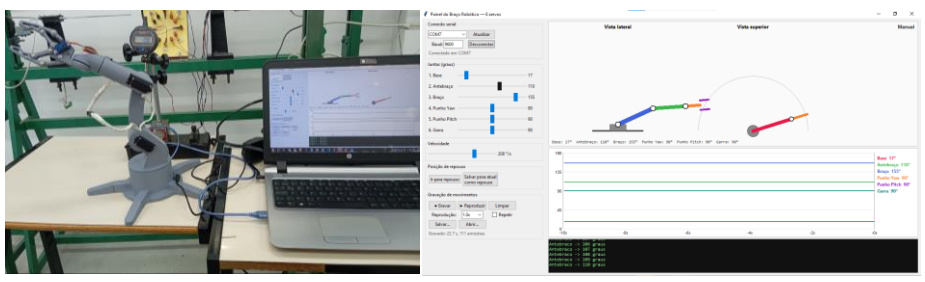


Figura 2. Painel de controle em Python: ângulos das juntas e gravação de movimentos.

## Resultados e Discussão

O protótipo em PLA/FC rompeu sob carga inferior a 0,5 kg, evidenciando a baixa tenacidade da matriz de PLA apesar do reforço de fibras. Os demais protótipos sustentaram as massas aplicadas, com deslocamentos de 3,58 a 5,22 mm (Fig. 3).



Figura 3. Ensaio de carga com relógio comparador.

A microscopia mostra a trinca paralela às linhas de deposição (Fig. 4), sugerindo que a falha segue a interface entre cordões, típica da anisotropia da FDM. A Fig. 5 compara os materiais.

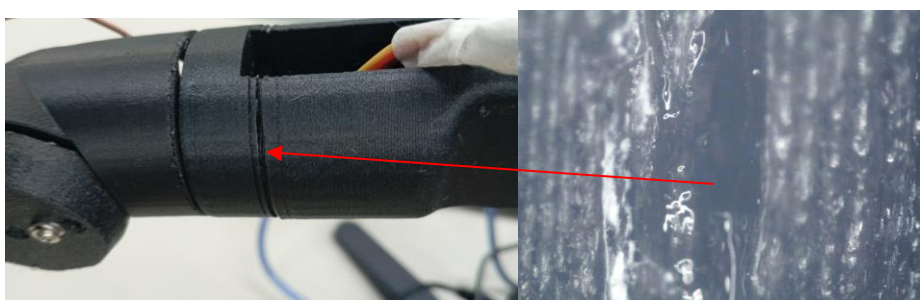


Figura 4. (a) Junção entre segmentos impressos; (b) micrografia óptica da trinca.

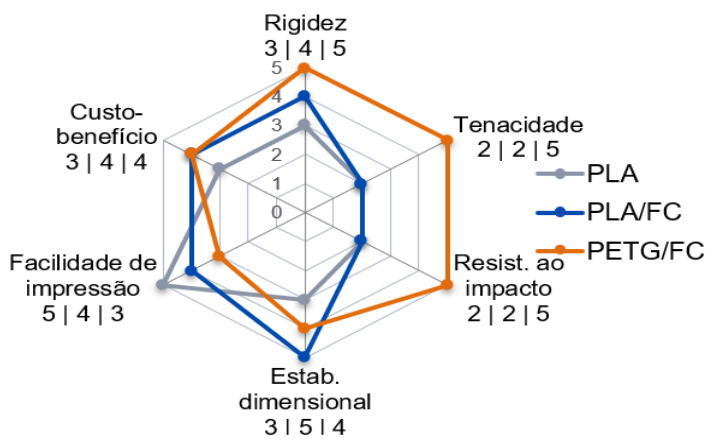



Figura 5. Notas 1-5: PLA | PLA/FC | PETG/FC.

## Conclusões

O PLA/FC rompeu abaixo de 0,5 kg: a rigidez não compensou sua fragilidade. Recomenda-se PETG/FC na estrutura principal e PLA/FC em componentes que exigem estabilidade dimensional, com bom custo-benefício. Por serem ensaios em escala reduzida, é necessária validação em escala real.

## Referências

CHIOU, R. Y. et al. Educational automated manufacturing cobot work cell in conjunction with machine vision. Manufacturing Letters, v. 46, p. 152-155, 2025.

ROSSI, F. et al. Effective integration of Cobots and additive manufacturing for reconfigurable assembly solutions of biomedical products. International Journal on Interactive Design and Manufacturing, v. 14, p. 1085-1089, 2020.

SHIN, D.-Y. et al. A study on the improvement of torque density of an axial slot-less flux permanent magnet synchronous motor for collaborative robot. Energies, v. 15, n. 9, art. 3464, 2022.

**Agradecimentos**: à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior Brasil (CAPES) -código de financiamento 001 e à UNESP.