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

Influência de Elementos Aditivos no Filamento de PLA nas Propriedades Mecânicas de Peças Impressas pelo Método FDM

Fábio Augusto Sampaio de Assunção[1]; Fernando de Azevedo Silva[1]; Victor Raul Huaman Condori[1]; Geraldo Cesar Rosario de Oliveira[1,2]; Marcelo dos Santos Pereira[1]; Antônio dos Reis de Faria Neto[1]; Erick Siqueira Guidi[1]
[1]Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia e Ciências de Guaratinguetá
[2] Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP)

Introdução

A manufatura aditiva por FDM (Fused Deposition Modeling) consolidou-se como uma das tecnologias de impressão 3D mais acessíveis, pelo baixo custo e pela simplicidade de operação. O ácido polilático (PLA) é o material mais utilizado no processo, por ser biodegradável, de fonte renovável e de fácil impressão; contudo, sua resistência mecânica limita o uso em aplicações estruturais. A incorporação de aditivos, como grafeno e fibra de carbono descontínua, e o ajuste dos parâmetros de impressão, em especial a orientação de deposição, podem ampliar o desempenho das peças.

Objetivos

Comparar as propriedades mecânicas de peças impressas por FDM em PLA puro, PLA grafeno (PLA+G) e PLA com fibra de carbono descontínua (PLA+CF), avaliando a influência da orientação de impressão (0°, 45° e 90°) por meio de ensaios normatizados de tração, flexão e impacto.

Metodologia

Foram impressos 135 corpos de prova (3 materiais × 3 orientações × 3 ensaios, 5 amostras por condição) em uma Creality Ender 3 V2 com bico de 0,4 mm e filamentos de 1,75 mm, fatiados no Ultimaker Cura. **Impressão:** camada de 0,20 mm; bico a 215 °C; mesa a 65 °C; 50 mm/s; 3 paredes; preenchimento de 100% em linhas; **Tração:** ISO 527-2, corpo tipo 1B, 5 mm/min; **Flexão:** três pontos, ISO 178, 3 mm/min; **Impacto:** Charpy, ISO 179-1;

Os resultados foram expressos como média ± desvio padrão.

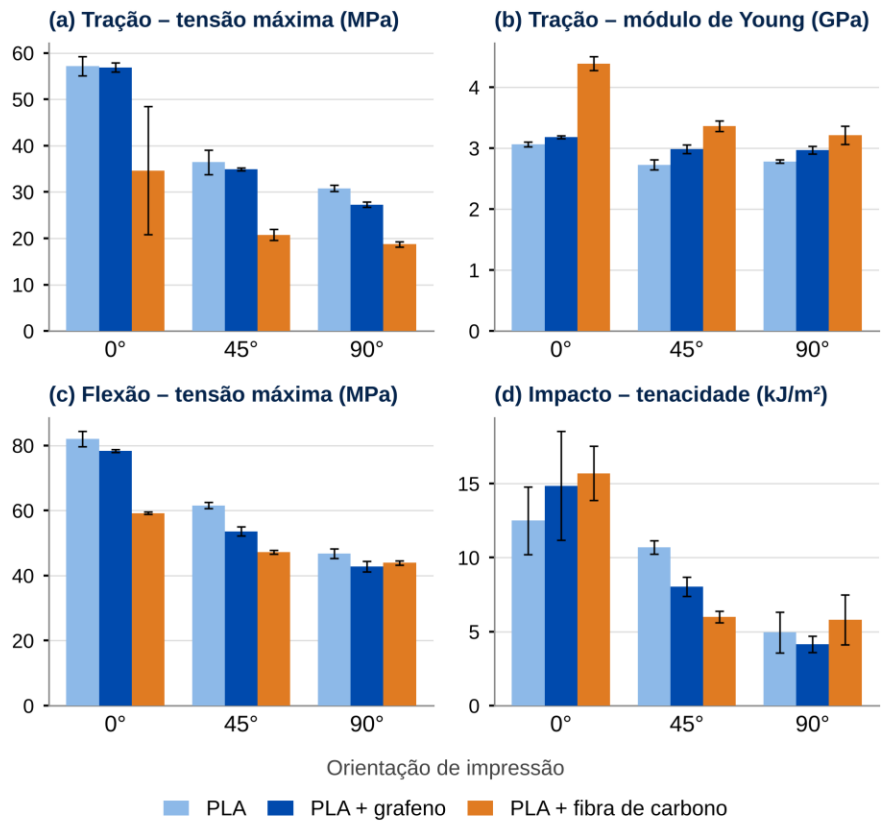


Figura 1. Propriedades mecânicas médias (± desvio padrão) por material e orientação de impressão.

Na Figura 2 é ilustrado os aditivos presentes no PLA, sendo 2(a) o PLA+G (na imagem é visto como aglomerado de grafite) e 2 (b) o PLA+CF (na imagem são as fibras descontínuas de carbono destacadas com setas amarelas).

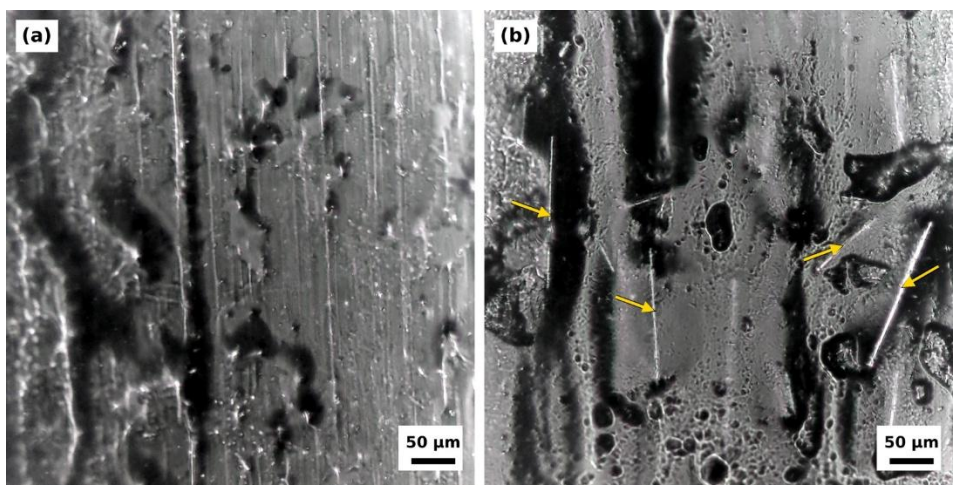


Figura 2. Microscopia do a)PLA+G; b) PLA+CF.

Resultados e Discussão

A orientação foi o fator de maior influência: em todos os ensaios, 0° superou 45° e 90°, pois a ruptura exige romper os filamentos, e não apenas a interface entre camadas. O PLA puro obteve as maiores resistências à tração e à flexão, com o PLA+G muito próximo, o que indica baixa concentração de grafeno. O PLA+CF teve menor resistência, porém E=43% superior ao do PLA em 0° e a maior tenacidade média ao impacto em 0° e 90° (Figura 1).

Conclusões

A orientação de impressão é o parâmetro mais crítico: peças com filamentos alinhados ao esforço (0°) apresentaram as maiores tensões e a maior energia absorvida. O grafeno, na concentração do filamento comercial avaliado, não trouxe ganho mensurável. A fibra de carbono descontínua reduziu a resistência, mas elevou a rigidez. Assim, a escolha do aditivo deve considerar o tipo de solicitação predominante na aplicação.

Referências e Agradecimentos

GARCÍA-DOMÍNGUEZ, A. et al. Considerations on the applicability of test methods for mechanical characterization of materials manufactured by FDM. **Materials**, v. 13, n. 1, p. 1-18, 2020.

MAQSOOD, N.; RIMAŠAUSKAS, M. Characterization of carbon fiber reinforced PLA composites manufactured by fused deposition modeling. **Composites Part C: Open Access**, v. 4, 2021.

VOLPATO, N. (Org.). **Manufatura aditiva**: tecnologias e aplicações da impressão 3D. São Paulo: Blucher, 2017.

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