



PROPRIEDADES MECÂNICAS DE MATERIAIS PARA IMPRESSÃO 3D UTILIZADOS EM ESCUDOS FACIAIS MÉDICO-HOSPITALARES

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

LUÍZA GUIMARÃES DE ALBUQUERQUE¹, GEICE PAULA VILLIBOR², RICARDO CAPÚCIO DE RESENDE³, PEDRO HENRIQUE DE MOURA RODRIGUES⁴, FLORA MARIA DE MELO VILLAR⁵

¹ Graduanda em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, luiza.albuquerque@ufv.br

² Engenheira Agrícola e Ambiental, Profa. Associada do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, geice.villibor@ufv.br

³ Engenheiro Mecânico, Prof. Adjunto do Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica, Universidade Federal de Viçosa, ricardocapucio@ufv.br

⁴ Engenheiro Mecânico, Doutorando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, pedro.moura@ufv.br

⁵ Engenheira Agrícola, Profa. Adjunta do Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, flora.villar@ufv.br

Palavras-chave: Modelagem de deposição fundida, Polímero láctico, Parâmetros de impressão

Engenharia Mecânica, Ciências Exatas e Tecnológicas

Trabalho de Pesquisa

Introdução

No cenário atual de pandemia da COVID-19, a escassez de equipamentos de proteção individual (EPI's) é uma realidade em muitos países. Um dos EPI's com destaque no enfrentamento da pandemia é o escudo facial. Para aplicações médico-hospitalares, devido ao uso prolongado, um dos requisitos principais de projeto, é a ergonomia. Esse fato tem levado a projetos que buscam a redução da massa e que tenham uma resistência mecânica adequada para atingir uma maior durabilidade. Uma das técnicas utilizadas para a fabricação desses escudos é a impressão 3D. Dessa forma, foram feitos dois experimentos para estudar a influência dos parâmetros de impressão nas propriedades mecânicas do material PLA.

Objetivos

- Selecionar o tipo de polímero a ser utilizado para impressão e definir um formato do corpo de prova com base em normas vigentes;
- Definir os parâmetros de impressão que influenciam na resistência mecânica dos corpos de prova;
- Estudar a influência de parâmetros de impressão nas propriedades mecânicas de corpos de prova manufaturados no polímero selecionado.

Material e Métodos

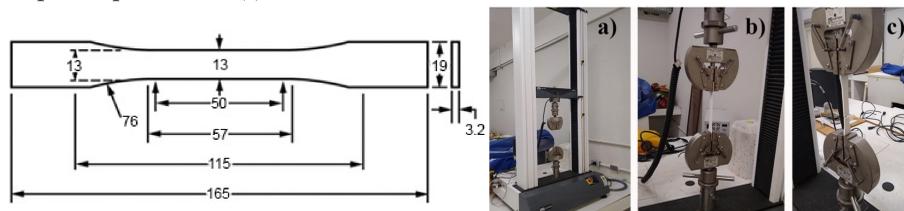
Para o estudo, foi utilizado o filamento de 1,75mm de diâmetro de PLA.

Tabela 1. Parâmetros de impressão utilizados em cada experimento com as respectivas impressoras utilizadas

| | Experimento 1 | Experimento 2 |
|---|---------------|---------------|
| Impressora | Ender® | Sethi3D® |
| Velocidade do Bico Extrusor - VB (mm/s) | 50 e 90 | 50, 75 e 90 |
| Percentual de Preenchimento - PP (%) | 50 e 80 | 30, 50 e 80 |

*foram feitas 5 repetições para cada combinação

Figura 1. À esquerda, dimensões dos espécimes baseada na norma ASTM D638, (Tipo 1), medidas em mm. Fonte: (ASTM D638 2014). À direita, máquina de teste universal Instron 3365® usada para os testes de tração(a), corpo de prova antes do ensaio(b), corpo de prova após o ensaio(c).



Foram conduzidos dois experimentos em DIC, em esquema fatorial 2 x 2 para o Experimento 1 e 3 x 3 para o Experimento 2 (VB x PP), com cinco repetições em cada tratamento. Foi realizada uma análise de variância para cada experimento a fim de verificar os fatores de entrada sobre a tensão última (S_{ut}) e sobre o módulo de elasticidade (E). Foram ajustados modelos de regressão, considerando os fatores VB e PP, com base na significância dos parâmetros estimados, verificada por meio do teste estatístico t. O coeficiente de determinação para cada modelo ajustado foi apresentado. O nível de significância ficou definido em 5% em todas as análises, considerando que por serem propriedades mecânicas, não haveria alta variabilidade. Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando-se programa computacional Minitab® e as superfícies ajustadas no Matlab®.

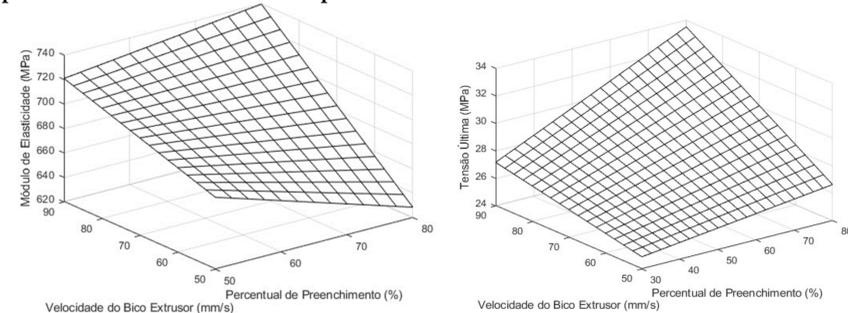
Apoio Financeiro



Resultados e Discussão

Para o Experimento 1, não houve influência significativa dos parâmetros para a interação entre velocidade e preenchimento para o fator da S_{ut} , apenas uma influência individual do percentual de preenchimento. Por outro lado, a interação das fontes de variação foi significativa para o fator do E. Já para o Experimento 2, houve influência significativa dos parâmetros para a interação entre velocidade e preenchimento para o fator E e para S_{ut} . Nota-se que o comportamento do E manteve a mesma tendência da S_{ut} em ambos os experimentos, com valores máximos concentrados no percentual de 80%, interagindo com a velocidade de impressão de 90 mm/s. Tal relação pode ser observada na Figura 2, que apresenta as superfícies de resposta para o modelo ajustado das propriedades avaliadas. Esse resultado é plausível, pois ao se ter mais material na peça, é de se esperar que, em geral, as propriedades mecânicas aumentem. No que diz respeito à velocidade de impressão, por ser uma peça pequena, aparentemente não houve influência na perda de características do espécime.

Figura 2. À esquerda, superfície de resposta ajustada ($E = 853,1 - 4,54V - 1,81P + 0,0573V*P$) para representar o módulo de elasticidade do Experimento 1. À direita, superfície de resposta ajustada ($S_{UT} = 24,45 - 0,0803V - 0,0120P + 0,002297V*P$) para representar a tensão última do Experimento 2.



Os Experimentos 1 e 2 apresentaram um aumento de 16% e 18%, respectivamente, da resistência à tração, quando houve um aumento de 30% na porcentagem de material na impressão. Para ambas as impressoras usadas nos Experimentos 1 e 2, mantendo a mesma porcentagem de preenchimento e diminuindo a velocidade de 90 para 50 mm/s, observa-se um aumento de mais de 1 hora no tempo de impressão. Portanto, basta definir qual a resistência mecânica necessária e, baseado nisso, definir o percentual de preenchimento do componente, pois aumentar o preenchimento também reflete em um acréscimo do tempo de impressão.

Conclusões

Pôde-se observar que existe uma associação direta entre o polímero de trabalho e as características obtidas no componente final. A resistência mecânica aumentou quando se elevou o percentual de preenchimento, bem como quando foi aumentada a velocidade do bico extrusor.

Nesse caso, o aumento do percentual de preenchimento do componente refletiu em peças mais resistentes e robustas. Porém na impressão 3D para produções em grandes quantidades, é mais vantajoso utilizar uma malha menor de um polímero mais resistente do que uma malha robusta de um polímero menos resistente. Assim, em aplicações que necessitem de resistência mecânica, recomenda-se o PLA para componentes que sofram esforços de tração.

Bibliografia

ASTM, Standard tests method for tensile properties of plastics, United States, ASTM International, 2014.

Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Departamento de Engenharia de Produção e Mecânica (DEP) e ao Laboratório de Mecanização Agrícola (LMA) da UFV.