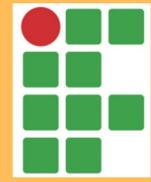


Confecção de órteses e próteses impressos em 3D

Fase 1: Geometria ideal para determinação das propriedades mecânicas



Estudantes:
Lana Sthefany Araújo Monção, Vinicius Gabriel Nogueira, Izabelly Vedovato Aguiro,
Orientador:
Matheus Piazzalunga Neivock
INSTITUTO FEDERAL DE MATOGROSSO DO SUL



Introdução

De todas as tecnologias de impressão 3D, aquela que está mais acessível ao público (e por isso das mais utilizadas) é a de FDM. Isto acontece, não só pelo grande número de empresas desenvolvedoras e vendedoras desta tecnologia, mas principalmente pelo custo associado aos componentes desta técnica.

A tecnologia de impressão 3D cresce a passos largos no mundo todo (TAKAGAKI, 2012). Esta tecnologia apesar de já ser conhecida aqui no país, ainda causa muito espanto e curiosidade, não apenas no meio acadêmico, mas também no industrial. A figura 1 apresenta uma impressora 3D utilizada no segmento de construção civil, imprimindo uma construção.



Figura 1 - Construção civil utilizando uma impressora para material de concreto; Fonte: cimentoitambe, 2021.

Metodologia

O CP a ser utilizado é muito relevante, pois como já apresentado, em estudos passados do próprio autor, verificou-se que em CP impressos segundo os parâmetros da norma técnica mais amplamente utilizada para a determinação da resistência mecânica a tração, ASTM D638-14 - Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic, os resultados se mostravam extremamente dispersos, pois o CP tradicionalmente utilizado nos demais processos fabris de materiais poliméricos parecia não se adequar de forma homogênea ao processo de impressão 3D.

Para esta fase, além da norma técnica já citada ASTM D638 (Figura 5), também foram avaliadas as geometrias de outras normas: ISO 37 (2017), ISO 527 (2012), ASTM D3039 (2014), totalizando 4 normas técnicas amplamente reconhecidas e utilizadas para determinação de propriedades mecânicas de materiais poliméricos em geral.

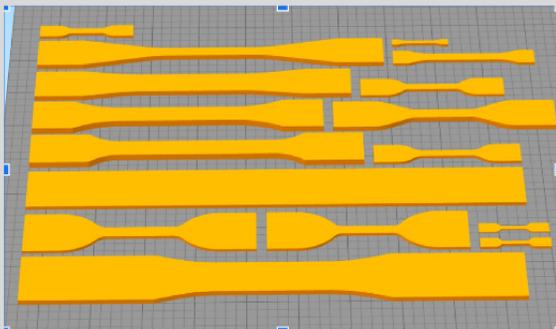


Figura 2 - Geometrias de CP determinadas pela ASTM D638. Tipo I em baixo, na sequência tipos II, III e IV; Fonte: Autores, 2022.

Houve também preocupação com o papel que os parâmetros de impressão teriam nesta etapa de determinação de uma geometria ideal, de tal forma que optou-se por padronizar tanto a escolha do material, que limitou-se ao PLA (Ácido Polilático), bem como quanto aos parâmetros de impressão, os quais foram escolhidos por serem comuns a vários usuários e similares aos padrões já configurados nos principais softwares de fatiamento de impressão 3D. A tabela 1 ilustra os parâmetros utilizados neste trabalho.

Material	PLA
Velocidade de impressão	60 mm/s
Preenchimento	20%
Largura da camada	0,4 mm
espessura da camada	0,2 mm
Temperatura do bico	200°C
temperatura da mesa	60°C

Tabela 1 - Parâmetros de impressão utilizados; Fonte: Autores, 2022.

Assim, após este estudo inicial, levantamento das normas técnicas e suas geometrias, além da definição dos parâmetros de impressão mais comuns, ainda era necessária a modelagem em 3D de todas as geometrias a serem impressas. Para esta tarefa foi utilizado o software de modelagem Fusion 360, da empresa Autodesk, para realização dos desenhos e dimensionamentos das medidas e geometrias dadas pelas normas interpretadas. A figura 6 apresenta um exemplo, de um dos CP modelados para este trabalho.

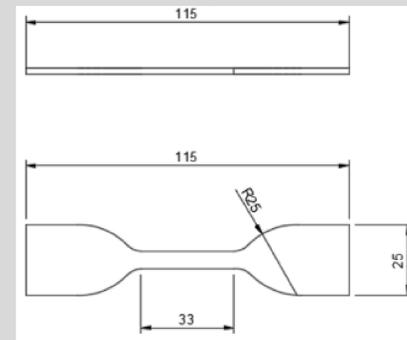


Figura 6 - Exemplo de CP modelado; Fonte: Autores, 2022.

Após a realização dos ensaios, os resultados foram compilados em gráficos e tabelas e passaram por um tratamento estatístico para determinação das médias e desvios padrão de forma que fosse possível comparação dos dados obtidos.

Destaca-se que para o cálculo das médias e desvio padrão assegurou-se que ao menos 10 resultados válidos para cada uma das variações estudadas

Resultados

Os resultados de todos os ensaios realizados, após o devido tratamento de dados que foram transformados em gráficos de tensão x deformação, foram agrupadas em tabelas, que apresentam a média e desvio padrão das propriedades mecânicas dos CP ensaiados. A Tabela 2 ilustra o resultado compilado dos ensaios mecânicos para os quatro tipos CP da norma técnica ASTM D 638, para o fabricante A.

Tipo de CP	Tensão Máxima (MPa)	Tensão de Escoamento (MPa)	Módulo de Elasticidade (GPa)
CP I	23,45 ± 0,59	16,12 ± 0,44	1,50 ± 0,02
CP II	35,66 ± 0,67	17,77 ± 1,3	1,99 ± 0,04
CP III	20,78 ± 1,14	9,60 ± 1,10	1,44 ± 0,05
CP IV	31,18 ± 1,63	27,79 ± 2,99	*

Tabela 2. Média das propriedades mecânicas. Fabricante A. Norma Técnica ASTM D638; Fonte: Autores, 2022.

Os resultados obtidos ainda estão em fase de análise, afinal, a quantidade de dados não torna este processo simples. A equipe ainda busca qual ou quais testes estatísticos podem ser realizados na tentativa de determinar qual geometria apresenta a melhor consistência dos dados para indicá-la como padrão para realização de novos estudos. Após uma pesquisa na literatura, percebeu-se que não existe um teste estatístico comum aos trabalhos que pesquisa propriedades mecânicas de produtos impressos

Conclusão

Após uma análise inicial dos resultados, com a utilização de um modelo matemático que ainda está em fase de validação e não será apresentado neste momento pois também está em processo de avaliação sobre a sua proteção intelectual, encontrou-se indícios que a norma técnica que apresenta a menor variabilidade para analisar a resistência mecânica dos impressos 3D é a ASTM D638.

Para a próxima fase, será necessária a escolha dos materiais a serem avaliados, bem como dos parâmetros de impressão que serão utilizados para determinar a resposta dos materiais aos parâmetros utilizados.

Referências

ASTM D638-14 Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics ISO 527-1:2019 Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles ISO 37:2017 Rubber, vulcanized or thermoplastic — Determination of tensile stress-strain properties ASTM D3039/D3039M-08 Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Material