

Prototipagem de hélice hidráulica com impressão 3D

Matheus Alves Lopes

Bacharel em Engenharia Civil

Instituição: Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

E-mail: matheus031296@gmail.com

Adriana Marques

Ph.D. em Engenharia Mecânica

Instituição: Instituto Federal de São Paulo (IFSP)

E-mail: adrimarks@ifsp.edu.br

RESUMO

A Impressão 3D é uma ferramenta elementar para a livre fabricação de objetos que pode ser utilizada em escalas fabris, comerciais, acadêmicos e domésticos. A tecnologia apresenta baixo custo e elevada eficiência na produção de peças, o que justifica sua ampla aplicação. Com o objetivo de fabricar uma hélice para utilização em bancadas hidráulicas, modela-se o objeto com ferramenta Revit e fabrica-se com a impressora 3D. O ABS é o material escolhido para a prototipagem por ser o de menor custo e por conferir boa resistência mecânica, embora exija atenção quanto a trabalhabilidade. Para explorar a melhor performance do material ABS, executa-se ensaio de tração em Corpos de Prova (CP) fabricados com diferentes modos de deposição do filamento e compara-se aos valores indicados pelo fabricante. Apesar da resistência mecânica aproximar-se de $\frac{1}{4}$ do valor indicado, o comportamento da hélice no canal hidráulico de escala reduzida e a estética do objeto foram satisfatórios. Entretanto, ressalta-se a dificuldade em obter o resultado esperado, pela ausência de manutenção na impressora e a complexidade da modelagem da peça, uma vez que a peça requer de técnicas aprofundadas da ferramenta de modelagem.

Palavras-chave: Impressão 3D. Hidráulica. Engenharia. Hélice. ABS.

1 INTRODUÇÃO

Segundo POLIDO; LOPES; MARQUES, (2023), a impressão 3D é imprescindível para a livre prototipagem de objetos. É uma tecnologia versátil, que pode ser aplicada em diversas escalas e ambientes e apresenta maior recorrência na biologia, química, medicina e engenharia.

Em levantamento do Estado da Arte com análise bibliométrica, a partir das palavras-chave “3D printing”, “engineering” e “hydraulic”, LOPES e MARQUES (2023) verificaram que as principais linhas de pesquisa remetem as áreas da Biofabricação, engenharia dos tecidos, estruturas hidráulicas e andaimes biológicos, o que confere a abrangência da ferramenta.

Ilustra-se a variedade citada com a divergência das seguintes aplicações: os estudos de estruturas hidráulicas complexas, a partir de modelos impressos, em escalas reduzidas (LOPES e MARQUES (2023), e o ensino de oftalmologia segundo SASSAKI et al. (2022), que utilizou de tomografia computadorizada (TC) para prototipar estruturas ósseas e moles.

A diversidade da ferramenta também se justifica pela gama de materiais disponíveis, o que permite a escolha do filamento mais adequado. Nessa perspectiva GRITTEN; BESKO; BILYK, (2017) conferem os materiais PLA, ABS, PETG, NYLON, TPE, TPU, TPC e PC como os mais recorrentes, por meio de pesquisa bibliométrica e os classificam pelas características física, mecânica, estética e pelo custo e facilidade de uso.

A justificativa para este trabalho é a significação da prototipagem para a engenharia civil e os benefícios que podem ser obtidos através de estudos em escala piloto. O objetivo foi obter hélice hidráulica fabricada em ABS, com base em projeto tridimensional. Compõe-se a metodologia com a modelagem da peça com o software REVIT, o fatiamento com o ULTIMAKER CURA e a produção com o uso da impressora 3D GTMax H4 Core.

2 OBJETIVOS

Objetiva-se fabricar hélice utilizando a impressora 3D e transcrever a importância da modelagem e prototipagem de peças, na engenharia civil.

3 METODOLOGIA

A metodologia deste trabalho está dividida em três partes. A primeira consiste na modelagem da hélice, que se utiliza do software REVIT. Desenvolve-se o projeto com unidade de medida em milímetros, em escala real 1:1 e posteriormente, exporta-se o modelo em formato STL, para fatiamento.

A segunda parte é feita no programa ULTIMAKER CURA, com o fatiamento da peça. Este processo é fundamental para configurar os parâmetros de densidade, preenchimento e resistência, acabamento, material utilizado (ABS) e adequar a impressão conforme impressora GTMax 3D H4 Core. Os parâmetros relativos a impressora são: volume disponível para impressão; temperatura da mesa e da extrusora; programação GCode; dimensões e quantidade de extrusor.

A terceira fase refere-se as plotagens das peças e consequente aplicações dos modelos em bancada hidráulica e ensaio de resistência a tração.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O projeto da peça foi elaborado em programa REVIT de linguagem BIM (Building Information Modeling), que significa Modelagem da Informação da Construção. A base caracteriza-se por representar modelos tridimensionais parametrizados, carregar as respectivas fichas técnicas, quantitativos do projeto e dialogar com modelos diversos e em escala universal, em formato IFC.

Na figura 1 pode-se visualizar os parâmetros do material inserido no modelo, estes descrevem a composição química conforme MAIS POLÍMEROS (2018), a resistência mecânica, fabricante, valor e

referência do produto, segundo GTMAX (2023).

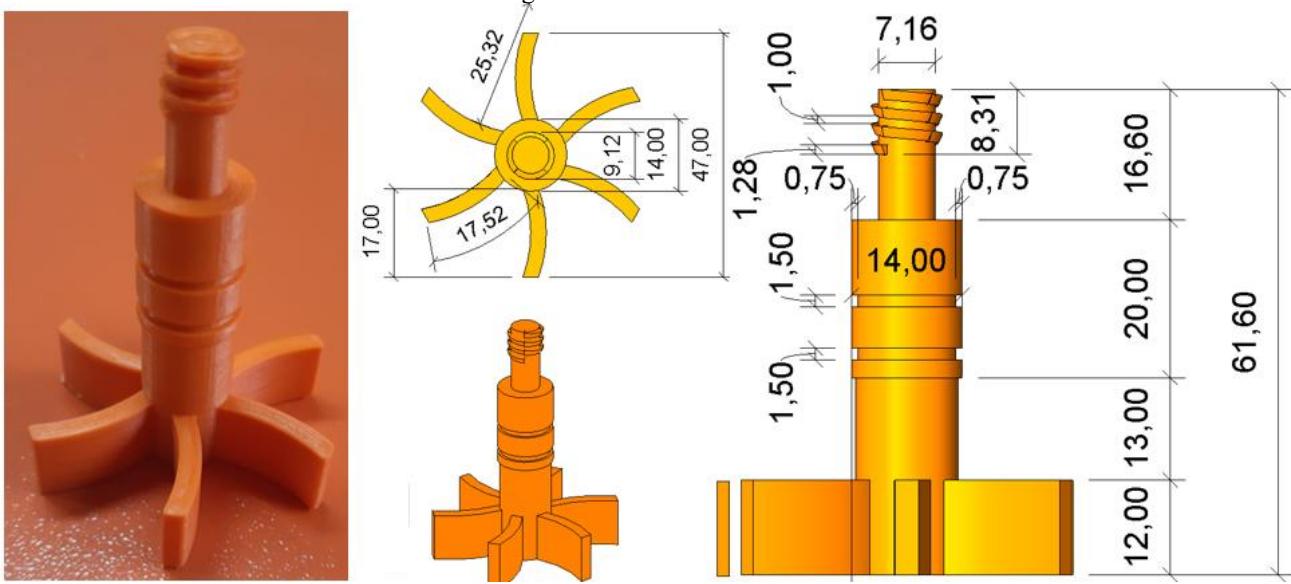
Figura 1: Dados do modelo.

Identidade		Gráficos	Aparência	+	
Nome					Acrilonitrila Butadieno Estireno - ABS
Informações descriptivas					
Descrição	Resina termoplástica orunda do petróleo, formado pela copolimerização de três monômeros: acrilonitrila (monômero sintético produzido a partir do hidrocarbonato propileno e amônio - de 15% a 30%), butadieno (alceno obtido a partir da desidrogenação do butano - de 5% a 15%) e o estireno (produzido a partir da desidrogenação do etilbenzeno - de 40% a 60%).				
Classe	Plástico				
Comentários	Resistência a tensão (ISO 527) 448 kg/m ² Alongamento na ruptura (ISO 527) 12% Módulo de flexão (ISO 527) 23453 kg/m ²				
Palavras-chave	ABS				
Informações sobre o produto					
Fabricante	GTMax 3D				
Modelo	ABS Premium				
Custo	R\$86,90				
URL	https://www.gtmax3d.com.br/filamentos/abs-premium/175mm-gtmax3d-laranja				...
Informações de anotação do Revit					
Nota-chave					...
Marca	GTMax 3D				

Fonte: Autoral.

A figura 2 remete a hélice fabricada e ao projeto da peça, na qual são detalhadas as alturas e diâmetros, as dimensões da rosca para acoplagem e a curvatura das pás com superfície cilíndrica. Deste modo, ressalta-se a eficiência da impressão 3D ao observar os detalhes milimétricos obtidos na peça fabricada.

Figura 2: Hélice Hidráulica.

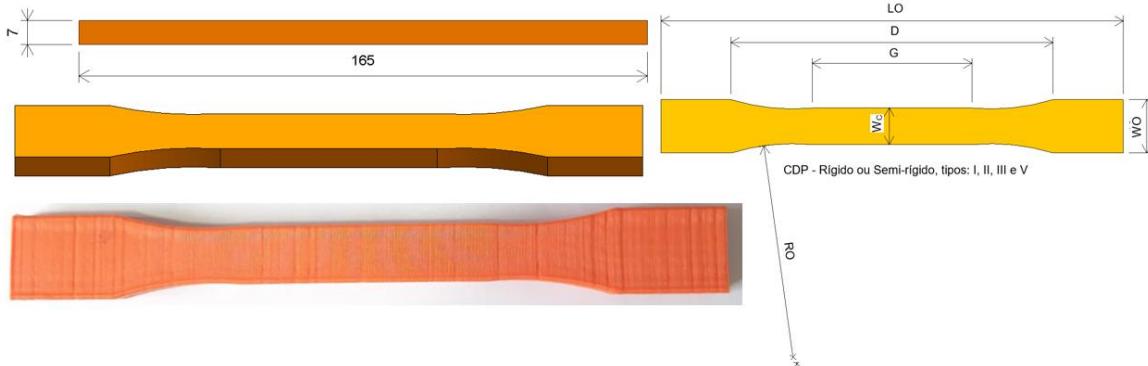


Fonte: Autoral.

Para verificar a resistência a tração e comparar aos dados do fabricante, produziu-se Corpo de Prova (CP) com os parâmetros segundo a norma ASTM D638-14 “Standard Test Method for Tensile Properties

of Plastics 1”, [s.d.], a seguir: espessura (T) em 7 mm, comprimento (LO) de 165 mm e Largura geral (WO) de 19 mm, Comprimento (L) da seção estreita em 57 mm e Largura (W) da seção estreita em 13 mm. Na figura seguinte, observa-se o corpo de prova feito em ABS e o respectivo projeto.

Figura 3: Corpo de Prova



Fonte: Autoral.

Para que as peças não descolassem durante prototipagem, foi necessário aplicação de adesivo de filamento, no prato de vidro e após término de plotagem, é necessário a diminuição da temperatura, uma vez que a base é rígida, para que o material sofra retração e solte facilmente.

Embora a prototipagem atingiu o objetivo de fabricar o CP, a ilustração do produto evidenciou sub-extrusão e extrusão em excesso através de fresas e saliências nas camadas de deposição do filamento. Isso ocorre porque o fluxo do filamento varia durante a impressão, devido as mudanças das velocidades na plotagem e as dimensões de altura e largura de extrusão. A situação pode ser corrigida balizando o fluxo de filamento conforme as dimensões mencionadas.

Os Corpos de Provas foram ensaiados em máquina universal EMIC e apresentaram tensão máxima de 9,98 (MPa) e força máxima de 1324,51 (N) como ilustrado na figura seguinte.

Figura 4: Ensaio e relatório.



Corpo de Prova	Seção (mm ²)	Força no Escoamento (kgf)	Força Máxima (N)	Tensão de Escoamento (MPa)	Tensão Máxima (MPa)	Alongamento na Ruptura (%)
CP 1	132.73	123.26	1324.51	9.11	9.98	21.21

Fonte: Autoral.

Nota-se disparidade expressiva no comportamento mecânico, se comparar à resistência fornecida pelo fabricante (448 Kg/m²) e aos valores encontrados na academia de 40,2 e 20,59 (MPa) segundo JARDIM

e MARQUES (2020).

A diferença pode ser justificada pelo padrão de deposição de filamento e pela sub extrusão durante prototipagem. Pois o padrão determina como o material é depositado em cada camada, e a sub extrusão é uma consequência indesejada pela variação do fluxo de filamento. Assim, ambos influenciam diretamente na aderência gradual, interferindo no comportamento mecânico e estético do objeto.

A hélice hidráulica instalada em sistema predial foi eficaz em direcionar o fluxo do fluido em conduto.

Ressalta-se que a disposição das pás da hélice proporcionou recorrentes movimentos multidirecionais do extrusor durante impressão, e por essa razão, reduziu-se a velocidade da impressão de 100 mm/s para 60 mm/s e aplicou-se quantidade considerável de adesivo na base, para que o objeto não descolasse da mesa de vidro e permitisse a impressão completa. A ausência de manutenção na impressora 3D utilizada, também influenciou na fluidez do filamento fundido, o que acarretou a necessidade de limpeza do bocal.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS/CONCLUSÃO

Pode-se concluir que a modelagem para a construção é uma ferramenta imprescindível para elaboração de projetos diversos, pois apresenta precisão milimétrica, linguagem universal e é incisiva em apresentar quantitativos, ficha técnica e referência dos materiais e objetos utilizados.

Conclui-se que a Impressão 3D é uma ferramenta de aplicação diversa, porque embora apresente maior recorrência na engenharia mecânica, pode-se utilizar da modelagem na Engenharia Civil, para produção de peças e Corpos de Prova, permitindo elaborar estudos e criar cenários.

Embora haja distintos recursos disponíveis no próprio software, a criação de peças utilizando o Revit é um feito que requer conhecimento aprimorado da ferramenta, e apesar da disponibilidade de outras ferramentas mais apropriadas para esta modelagem, um dos benefícios para projetar neste software, é a conexão com a linguagem BIM.

Devido a universalidade da linguagem, considerou-se necessário conhecer os materiais disponibilizados na rede. Neste cenário, foram realizadas pesquisas de modelos de máquinas de fluxo, utilizando a palavra-chave “Turbine”, nas seguintes plataformas: *3dlibrary*, *Arcat*, *Bimbr*, *Bimcatalogs*, *Bimcontent*, *Bimetica*, *Bimobject*, *Bimstore*, *Caddetails*, *Cadforum*, *Concora*, *Market.Bimsmith*, *Modlar*, *Nationalbimlibrary*, *Polantis*, *Prodlab*, *Revitcity*, *Specifiedby* E *Syncronia*. A busca apresentou modelos de sopradores, geradores baseados em turbinas Francis e eólicas, modelos gerais de bombas d'água e exaustores. Isso indica a relevância da presente modelagem no formato IFC. Pois os modelos encontrados, possuem os devidos parâmetros, especificações técnicas e referências comerciais, o que comprova a eficiência da modelagem com o conceito BIM.

REFERÊNCIAS

GRITTEN, P.; BESKO, M.; BILYK, C. Aspectos técnicos e nocivos dos principais filamentos usados em impressão 3D. *Gest. Tecnol. Inov.*, v. 01, n. 3, 2017.

GTMAX, 3D. Datasheet ABS GP35. Americana: [s.n.]. Disponível em: <<https://cdn.awsli.com.br/22/22114/arquivos/Datasheet%20ABS%20GP35.pdf>>. Acesso em: 7 abr. 2023.

MAIS POLIMEROS (Cajamar). Blog. In: MAIS POLÍMEROS DO BRASIL LTDA (Cajamar). Plástico ABS e suas principais características e aplicações. Cajamar-SP, 24 set. 2018. Disponível em: [https://maispolimeros.com.br/2018/09/24/plastico-abs-e-suas-principais-caracteristicas-e-aplicacoes/#:~:text=%C3%89%20formado%20pela%20copolimeriza%C3%A7%C3%A3o%20de,de%204%25%20a%2060%25\)%20%E2%80%93](https://maispolimeros.com.br/2018/09/24/plastico-abs-e-suas-principais-caracteristicas-e-aplicacoes/#:~:text=%C3%89%20formado%20pela%20copolimeriza%C3%A7%C3%A3o%20de,de%204%25%20a%2060%25)%20%E2%80%93). Acesso em: 25 jun. 2023.

LOPES, M.; MARQUES, A. APLICAÇÃO DE PROTOTIPAGEM DE TURBINA PARA ENSINO: DISCIPLINA OBRAS HIDRÁULICAS. São Paulo: Instituto Federal de São Paulo, 2023.

POLIDO, V. N. L.; LOPES, M. A.; MARQUES, A. PROTOTIPAGEM DE TURBIDÍMETRO DE BAIXO CUSTO COM IMPRESSÃO 3D PARA USO NO ENSINO. COBENGE - 51º Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia, p. 1–7, 20 set. 2023.

SASSAKI, Y. K. et al. Three-dimensional printing of orbital computed tomography scan images for use in ophthalmology teaching. *Revista Brasileira de Oftalmologia*, v. 81, 2022.

Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1. UNITED STATES, [s.d.]. Disponível em: <<http://www.ansi.org>>