

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 conseguinte 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

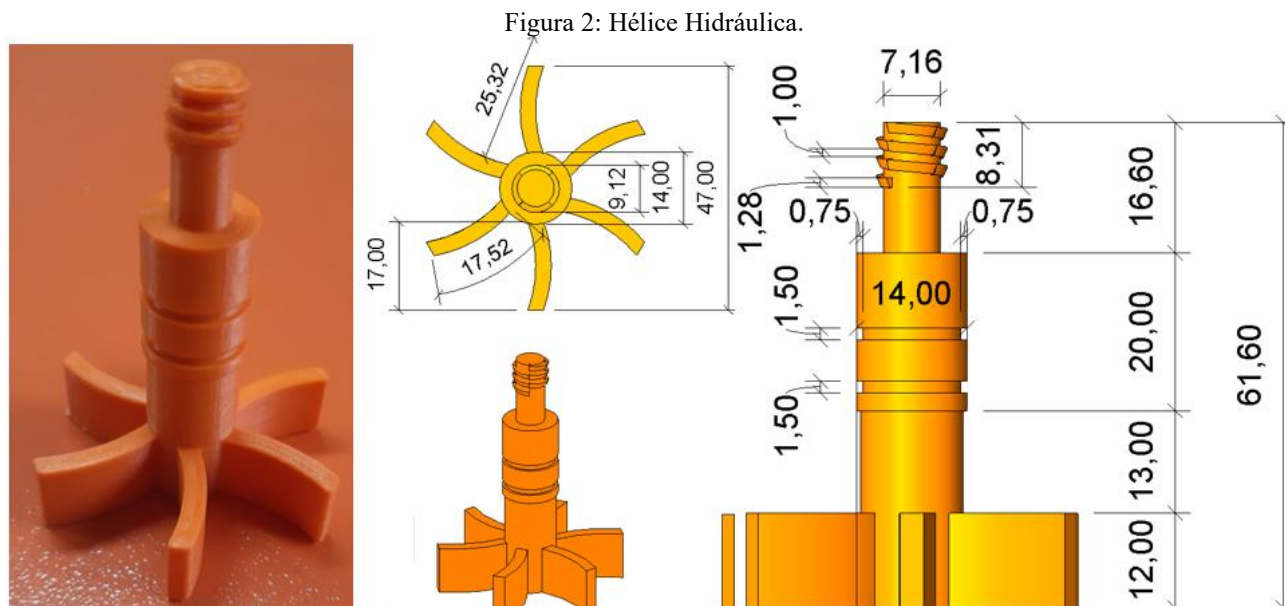
referência do produto, segundo GTMAX (2023).

Figura 1: Dados do modelo.

Identidade	Gráficos	Aparência	+
Nome: Acrilonitrila Butadieno Estireno - ABS			
Informações descritivas			
Descrição	Resina termoplástica oriunda do petróleo, formado pela copolimerização de três monômeros: acrílonitrila (monômero sintético produzido a partir do hidrocarbonato propileno e amoníaco – 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.

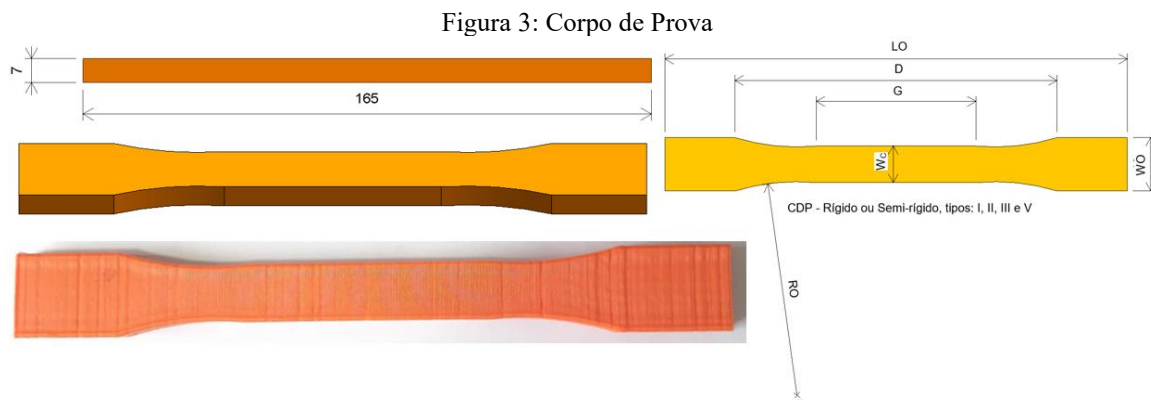
A figura 2 remete a hélice fabricada e ao projeto da peça, na qual são detalhadas as alturas e diâmetros, as dimensões da rosca para acoplamento e a curvatura das pás com superfície cilíndrica. Deste modo, ressalta-se a eficiência da impressão 3D ao observar os detalhes milimétricos obtidos na peça fabricada.



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.



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	Força no Escoamento	Força Máxima	Tensão de Escoamento	Tensão Máxima	Alongamento na Ruptura
	(mm ²)	(kgf)	(N)	(MPa)	(MPa)	(%)
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 fluência 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 palavras-chave “Turbine”, nas seguintes plataformas: *3dlibrary*, *Arcat*, *Bimbr*, *Bimcatalogs*, *Bimcontent*, *Bimetica*, *Bimobject*, *Bimstore*, *Caddetails*, *Cadforum*, *Concora*, *Market.Bimsmith*, *Modlar*, *Nationalbimlibrary*, *Polantis*, *Prodlib*, *Revitcity*, *Specifiedby* E Sincronia. 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%2040%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%2040%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>>