

ANÁLISE DIDÁTICA DO PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE PROTÓTIPOS EM MANUFATURA ADITIVA NA ENGENHARIA

1. INTRODUÇÃO

Cada vez mais a Prototipagem Rápida tem ajudado a indústria de transformação de plásticos, apresentados no método de FDM (Fused Deposition Modeling). Que por sua vez pode ser trabalhado dentro de um escritório com a principal função de produção de protótipos de baixo custo.

Esse tipo de máquina está sendo cada vez mais comercializada. A indústria aumentou a procura gradativamente ao longo dos anos, visando a produção de protótipos de alta complexidade ou de funcionalidade única.

Esta alta procura auxilia no aprimoramento e investimento do setor de prototipagem, assim divulgando e colaborando com a melhora na qualidade dos produtos (BORILLE, 2016).

Criar um protótipo é a maneira menos custosa e eficiente de garantir a melhor qualidade do produto final. Não é necessário que o projeto esteja em estágios mais avançados para a produção de um protótipo, com isso elimina-se o custo elevado para a produção, à medida que serve apenas para avaliar alguns parâmetros. Parâmetros estes que colaboram para a confecção do produto final, levando em conta a sua funcionalidade (BARBOSA, 2020).

2. DESENVOLVIMENTO

Conforme o desenvolvimento do projeto, apresenta-se a descrição dos processos utilizados durante a pesquisa, métodos e técnicas de impressão 3D e projeção analisados, colocados em prática. Desta forma, evidencia-se as etapas conforme os métodos utilizados destacando seus resultados.

2.1 REFERENCIAL TEÓRICO

O PBL (Project Based Learning) ou aprendizagem baseada em projeto, possui como ponto de partida um problema, visando resolvê-lo, inicia-se o projeto, e o conhecimento passa a ser adquirido durante o desenvolvimento. Desta forma, no ambiente acadêmico, o professor tem a função de instigar os alunos e guiá-los na busca do conhecimento, já os alunos aprendem a cooperarem entre si para concluir os projetos, desenvolvendo habilidades sociais necessárias em ambientes de trabalho.

O PBL é separado em subdivisões que facilitam o entendimento, começando por Perguntas, momento em que é necessário fazer questionamentos sobre o tema tratado e suas possíveis soluções. Seguindo de Estrutura, Pesquisa, Hipóteses, Apresentação e Avaliação que complementam o processo, estas divisões servem para uma visão mais detalhada do problema visando compreendê-lo totalmente (ZOOM EDUCATION, 2020).

Prototipagem

A prototipagem parte de um esqueleto com as propriedades do projeto principal para analisar e elaborar conclusões sobre o tema. Criar um protótipo é essencial antes de pôr em prática um projeto de fabricação, pois a prototipagem permite que um projeto ainda em

desenvolvimento seja testado sem afetar diretamente no produto final, aprimorando-o conforme os resultados.

Dentro da prototipagem existem três formas de elaborar um protótipo. A primeira forma é em papel, com o princípio de fazer um rascunho, é muito utilizado para estruturação de uma ideia, porém com baixa fidelidade de detalhes. Já o modelo de volume foi criado com um conceito de criação e compartilhamento, portanto, já são modelos digitais criados com alta fidelidade estética, com intuito de replicar a identidade visual, mesmo que não haja nenhuma funcionalidade real do produto. E por último o modo de encenação, que se baseia na experiência do usuário com o produto final em mãos, tende a apresentar uma experiência inédita do projeto, com um protótipo cirurgicamente criado (NOLETO, 2020).

Manufatura aditiva (M.A)

A M.A. (Manufatura Aditiva) configura-se pela produção de peças mecânicas através da extrusão de material, coordenados por um desenho elaborado em um Software no computador. Sua tecnologia de produção ocorre há cerca de 3 décadas, atuando em áreas como economia, medicina e engenharia (DIAS, 2020).

Este processo é amplamente utilizado nas áreas de menor nível de produção, peças de alta complexidade e menores dimensionamentos, além do setor de prototipagem (BERMAN, 2012).

O FDM (Fused Deposition Modeling) é um processo que demonstra crescimento periodicamente a partir da sua facilidade de manuseio. Parte do princípio da extrusão de materiais de origem plástica, renováveis ou não, aquecidos a determinada temperatura a ponto de fusão desse material, permitindo a modelagem de acordo com o projeto desenhado. Partindo do princípio da extrusão do material, formando camadas sobrepostas (GRAMES, 2020).

Os materiais usados na extrusão variam de acordo com o que se espera da funcionalidade da peça resultante da impressão. Os materiais mais comuns são: ABS (Acrilonitrila Butadieno Estireno), PLA (Poli Ácido Lático), Nylon e Resina (BORAH, 2014).

2.2 Etapas do processo e resultado

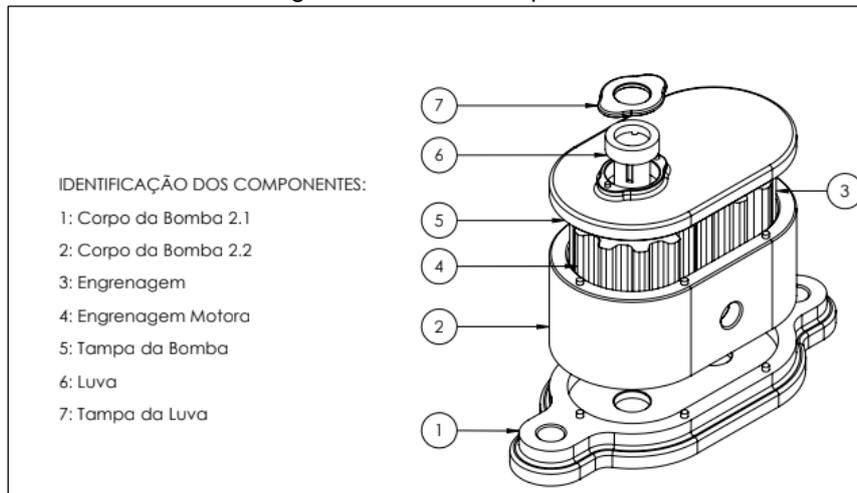
Detalhes das etapas da fabricação do protótipo, desde o seu desenho, parâmetros e requisitos até sua impressão final. Dando ênfase nos processos utilizados para chegar no resultado.

Etapas 1: Identificação do mecanismo e modelamento 3D

O processo partiu de uma ilustração do mecanismo e de seus componentes, se tratando de uma bomba de óleo por engrenagem. Idealizou-se o seu princípio de funcionamento e características, projetou-se o esboço do mecanismo que serviu de base para calcular as folgas necessárias entre os componentes e dimensões, fornecendo uma estrutura resistente ao trabalho.

O princípio de funcionamento do mecanismo é dado por duas engrenagens, uma motora e outra movida, ambas inseridas em um recipiente vedado, contando com dois orifícios por onde o fluido é inserido e sai pressurizado, como observado, em seguida na vista em explosão da Figura 1.

Figura 1 - Vista em explosão

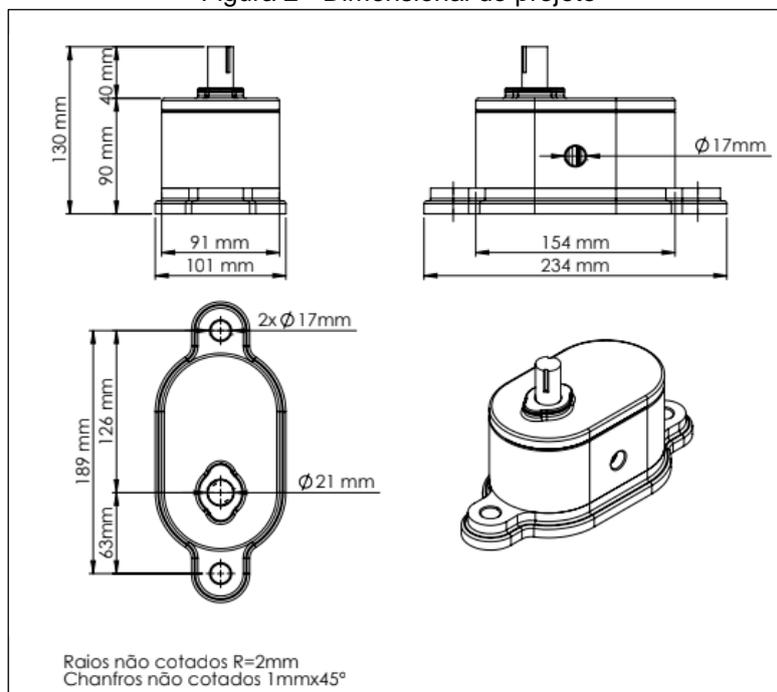


Fonte: Do autor (2022)

Definido o princípio de funcionamento, desenvolveu-se um modelo base, em CAD, o qual foram definidas as folgas de trabalho. O CAD é definido como Desenho Assistido por Computador, que auxilia na elaboração de projetos e desenhos digitalmente, gerados em 2D ou 3D. Nesta ferramenta, o usuário transfere seus projetos para o software, onde tem maior praticidade para edição dos mesmos.

Visando a melhor observação e exposição de seu funcionamento, foram alteradas as características do projeto como os elementos de fixação e sua escala, conforme Figura 2, adequando-se ao processo de FDM.

Figura 2 - Dimensional do projeto



Fonte: Do autor (2022)

Durante o modelamento foram considerados as folgas necessárias para o correto funcionamento do dispositivo assim como a rigidez dos componentes, somando com o processo de manufatura aditiva, levando-se em conta a dilatação e contração do material

após a extrusão e a fusão com a camada inferior, causando interferência nas medidas finais, acabamento e resistência do protótipo.

Para a folga radial usou-se 0,5 mm, para folga axial 0,3 mm, a folga entre a engrenagem e a parede interna do recipiente foi de 0,3 mm, segundo a especificação de dilatação e contração do material. As paredes do recipiente foram projetadas com 10mm de espessura, mantendo a rigidez estrutural do mecanismo.

Etapa 2: Parâmetros de impressão

A etapa de produção em Manufatura Aditiva realizou-se em uma impressora FDM. O material determinado foi o PLA de 2,75mm, sabendo que a máquina executaria a confecção dos elementos do projeto, uma tabela com os parâmetros de impressão individual de cada peça foi criada, com a projeção do CURA, um software fatiador, que transforma um modelo 3D em camadas que quando sobrepostas formam o objeto que será impresso. Na tabela 1, a seguir, os dados coletados foram organizados por unidade, para melhor entendimento, contendo massa e metragem de material utilizado, duração de sua confecção e quantidade do item.

Tabela 1 - Parâmetros de impressão

Código	Nome da Peça	Tempo	Peso (g)	Metragem	Material	Quantidade
2220114 - 1	Corpo da Bomba 2.1	12 h e 32 min	110g	36.93m	PLA	1
2220114 - 2	Corpo da Bomba 2.2	15 h e 16 min	119g	39.77m	PLA	1
2220114 - 3	Tampa da Bomba	10 h e 2 min	62g	20.72m	PLA	1
2220114 - 4	Tampa da Luva	32 m	2g	0.77m	PLA	1
2220114 - 5	Engrenagem	15 h e 3 min	96g	32.33m	PLA	1
2220114 - 6	Engrenagem Motora	16 h e 18 min	103g	34.66m	PLA	1
2220114 - 7	Luva	41 min	3g	1.03m	PLA	1
Total	-	70 h e 24 min	500g	166.21m	-	6

Fonte: Do autor (2022)

Algumas peças foram produzidas com acabamento e preenchimento diferente uma das outras, dando ênfase nas que fazem parte do processo mecânico funcional. Já as unidades estruturais foram determinadas a serem produzidas com escalas menores, já que continham massa e dimensões maiores que as outras.

Todos os componentes desse mecanismo foram impressos com a menor quantidade de suporte possível, para que utilizassem menos material e tempo para a fabricação. O suporte é um tipo de extrusão adicional que colabora com a sustentação da peça durante a impressão.

Etapa 3: Montagem final e análises

A partir do momento em que todas as peças estavam definitivamente prontas em seus projetos individuais, foram impressas uma a uma, para que houvesse uma avaliação completa da impressão em todas as etapas. A cada peça produzida suas dimensões foram conferidas, à medida que a movimentação dos elementos deveria ser garantida para o funcionamento do protótipo, ou seja, a livre movimentação dos componentes sem interferências da estrutura.

Figura 3 - Projeto finalizado



Fonte: Do autor (2022)

As etapas servem para garantir o dimensional da peça, já que, por mais que a dilatação ou contração do material e o cálculo mecânico foram calculados, eles podem variar drasticamente dependendo do funcionamento da impressora, qualidade do material ou até mesmo fatores externos, como mudança de temperatura no ambiente de impressão e fixação da impressora.

Ao final do período de impressão, todos os componentes foram finalizados com sucesso, sem nenhum problema durante sua fabricação. Com isso, a montagem do protótipo foi feita, e suas funcionalidades de acordo como foram projetadas.

3. CONCLUSÃO

O protótipo apresentou resultados satisfatórios, demonstrando características positivas em relação a sua estrutura de funcionamento. Levando em conta que seu desenvolvimento e fabricação em pouco tempo, evidenciando a praticidade e garantia na utilização no método de FDM.

O processo de fabricação do projeto mostrou-se eficaz, a partir do momento em que o protótipo final cumpriu com sua finalidade de replicar o movimento de rotação das engrenagens, os elementos mais importantes da montagem. Apresentando eficiência nos parâmetros de fixação, folgas radiais e axiais das engrenagens, espelhando o objetivo do produto final.

O embasamento didático desse projeto foi adquirido durante as etapas, já que as peças foram produzidas uma a uma, desta forma, garantiu-se que todos os componentes do projeto fossem analisados e diagnosticados até o fim do processo em sua montagem.

Conclui-se que a melhor alternativa para a produção de um projeto é prototipar– e avaliar todos os seus parâmetros, de acordo com a funcionalidade esperada, neste caso, a manufatura aditiva mostrou-se eficiente para essa finalidade, cumprindo com o resultado pretendido.

A didática de metodologia do processo de produção do protótipo em etapas, se provou eficiente quando finalizado. A partir do momento em que as peças foram finalizadas e não demonstraram falhas impactantes na funcionalidade do protótipo, percebeu-se que

esta metodologia referente ao estudo e análise dos passos individualmente é eficaz e garantida, desde que seja realizada da maneira correta conforme descrito no artigo. O método de divisão da atenção garantiu o foco nas etapas trabalhadas, cujo obtiveram êxito em sua conclusão. Desse modo, a fácil compreensão do projeto é clara e auxilia na expansão de conhecimento sobre o assunto retratado, para aqueles que pretendem se aprofundar na área.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, Suria. **Criar um protótipo pode ser a chave para garantir o sucesso do seu negócio.** 2020. Disponível em: <https://www.napratica.org.br/prototipagem-garante-sucesso-do-negocio/>. Acesso em: 17 mar. 22.

BERMAN, Barry. 3-D printing: **The new industrial revolution.** Bus. Horiz. vol. 55, no. 2, pp. 155–162, 2012

BORAH, Sharmila. 3D printer filament length monitor. **International Journal of Science, Technology and Society**, v. 2, n. 5, p. 129-132, 2014.

BORILLE, Anderson V.. **PROTOTIPAGEM RÁPIDA OU MANUFATURA ADITIVA? APLICAÇÕES NA INDÚSTRIA DE MOLDES.** 2016. Disponível em: <http://moldesinjecaoplasticos.com.br/prototipagem-rapida-ou-manufatura-aditiva/>. Acesso em: 18 jan. 22.

DIAS, Fernanda. **Manufatura Aditiva: o que é e como funciona.** 2020. Disponível em: <https://www.voitto.com.br/blog/artigo/manufatura-aditiva>. Acesso em: 05 abr. 2022.

FARIAS, Julio Cesar. **O QUE É CAD (DESENHO ASSISTIDO POR COMPUTADOR)?** 2021. Disponível em: <https://spbim.com.br/o-que-e-cad-desenho-assistido-por-computador/>. Acesso em: 19 jan. 2022.

GRAMES, Emmett. **What Is FDM 3D Printing? – Simply Explained.** 2020. Disponível em: <https://all3dp.com/2/fused-deposition-modeling-fdm-3d-printing-simply-explained/>. Acesso em: 29 mar. 2022.

NOLETO, Cairo. **Prototipagem: o que é, quais os tipos e dicas para montar o seu protótipo!** 2020. Disponível em: <https://blog.betrybe.com/tecnologia/prototipagem/>. Acesso em: 11 fev. 2022.

ZOOM EDUCATION (Brasil). **O que é Project Based Learning?** 2020. Disponível em: <https://zoom.education/blog/o-que-e-project-based-learning/>. Acesso em: 02 mar. 22.

DIDACTIC ANALYSIS OF THE PROTOTYPE MANUFACTURING PROCESS IN ADDITIVE MANUFACTURING IN ENGINEERING

ABSTRACT

With the growing demand for industrialized products, quality became more targeted. Because of this, prototyping has become an ally in the product manufacturing process, whose method ensures final quality. This article aims to understand the process of producing a prototype. During the development of the project, the FDM prototyping method is commonly used, which allows testing and adjusting the product before its completion, ensuring high quality in the manufacturing process. During the development, CAD was used to design the components of a gear oil pump, and the additive manufacturing process in the production of a prototype, which after development and production, data were analyzed, such as printing time, amount of material used, quality of finish, strength of components, dimensions and their operation, for a better understanding of the FDM method. It is expected to improve the knowledge of additive manufacturing prototyping.

Key-words: Additive Manufacturing. PLA material. Prototype.