

## ESTUDO DA IMPRESSORA 3D NA ENGENHARIA E SEUS PARÂMETROS DE IMPRESSÃO.

### STUDY OF THE 3D PRINTER IN ENGINEERING AND PRINTING PARAMETERS.

<sup>1</sup>AVELINO, Gabriel Romano; <sup>2</sup>CASTALDIN, André Giovanni; <sup>3</sup>RIBEIRO, Fernando Sabino Fontequê

<sup>1à3</sup>Departamento de Engenharia Mecânica – Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos-Unifio/FEMM

#### RESUMO

O projeto realizado, teve como foco na análise de imperfeições e alterações no dimensionamento de protótipos impressos a partir de uma impressora 3D, com o objetivo de verificar se há possibilidades de realizar trabalhos mecânicos através da manufatura aditiva. O protótipo desenvolvido, é composto por uma estrutura impressa através da impressora 3D, onde a geometria foi determinada um cubo com suas dimensões de 50x50x50mm, e um furo central passante de 20mm. Durante o andamento deste presente projeto, tratamos de conceitos básicos que nos auxiliaram a definir os parâmetros necessários para o correto funcionamento de uma impressão 3D, sendo assim abordados os passos a passos de manufatura aditiva, desde quais materiais deverão ser utilizados até as configurações ideais para a impressora. A variação na altura de camadas e no perímetro gerou alguns questionamentos, mostrando que só é possível alterar alguns aspectos, impossibilitando de alterar por completo os parâmetros de impressões da peça.

**Palavras-chave:** Impressora 3D; Manufatura Aditiva; Filamentos 3D.

#### ABSTRACT

The project to be carried out, focuses on the analysis of imperfections and changes in the sizing of prototypes printed from a 3D printer, with the objective of verifying if there are possibilities of carrying out mechanical works through additive manufacturing. The prototype to be developed, will consist of a structure printed using the 3D printer, where the determined geometry will be a cube with its dimensions of 50x50x50mm, and a central hole of 20mm through. During the course of this project, we will deal with basic concepts that helped us to define the necessary parameters for the correct functioning of a 3D printing, thus addressing the steps in additive manufacturing steps, from which materials should be used to the ideal configurations for the printer.

**Keywords:** 3D printer; Additive Manufacturing; 3D filaments.

#### INTRODUÇÃO

Com toda a revolução tecnológica no mercado, os projetos vêm absorvendo cada vez a tecnologia ao seu favor, um exemplo é o conceito de manufatura aditiva como exemplo a impressora 3D, que já é uma realidade nas grandes empresas brasileiras e mundiais. É perceptível a necessidade das impressoras 3D nas empresas, para a realização de protótipos seja está para a realização de testes de design, testes de resistências, testes de aceitações no mercado, dentre vários outros.

Podemos definir manufatura aditiva como um processo de fabricação que é realizado pela adição de materiais em formas de camadas, sendo assim com estas adições é possível a realização de uma representação geométrica criada por softwares com capacidade 3D. Este processo de adição pode nos permitir a fabricação de determinados componentes físicos com a possibilidade de vários tipos de materiais. (VOLPATO, 2017).

De acordo com o exposto na norma ASTM (2012) "*Standard terminology for additive manufacturing technologies*" a definição de manufatura aditiva é apresentada como "processo de construção de objetos tridimensionais sólidos a partir da deposição de camadas, sendo oposta à manufatura subtrativa". O processo tem início com o modelo 3D da peça sendo subdividido em camadas eletronicamente, onde obtém-se as curvas de nível"2D que irão definir camada por camada, onde será ou não adicionado o material na hora da impressão. A peça então é gerada por meio de um "empilhamento" sequencial das camadas, iniciando na base até atingir seu tipo (VOLPATO, 2017).

Devido a característica de deposição, os materiais do tipo polímeros são usados com maior frequência no processo de manufatura aditiva. Tais características são devidas ao menor ponto de fusão desses materiais, bem como pela maior facilidade em manuseio e confecção da matéria prima (RODRIGUES *et al.*, 2017). Os materiais aplicados em maior amplitude são os O PLA (Poliácido Láctico) que é um polímero feito a do amido de milho ou cana-de-açúcar; ABS, feito a partir de derivados de petróleo como acrilonitrila, butadieno e estireno; PETG (*Polyethylene terephthalate*) que compreende um poliéster modificado com a adição de glicol; TPE (*Thermoplastic Elastomers*) que são essencialmente plásticos com qualidades similares à borracha, o que os torna extremamente flexíveis e duráveis; entre outros (RODRIGUES *et al.*, 2017).

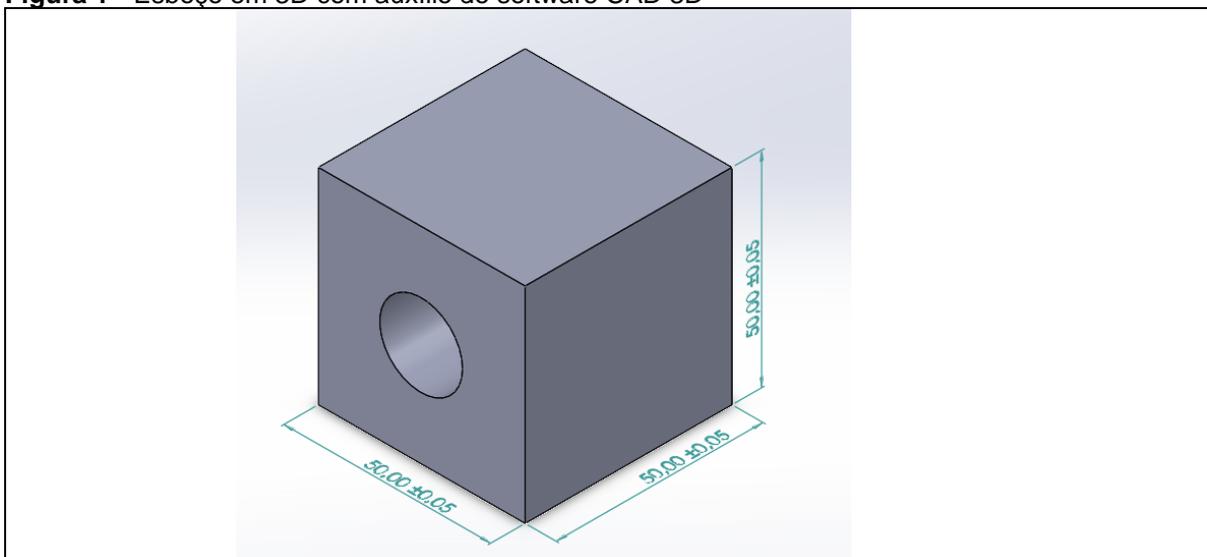
A diversidade de materiais, tipos de impressora e parâmetros de deposição, como temperatura da mesa, temperatura do bocal, velocidade de avanço e deposição, bem como os parâmetros de software como preenchimento e até mesmo estratégia de deposição do filamento podem culminar em desvios geométricos e qualidade dimensional das peças impressas. Tais erros e desvios carecem de um acompanhamento após a sua fabricação para evidenciar sua qualidade final em uma possível aplicação de um protótipo (GIBSON *et al.*, 2009).

Isto posto, o objetivo deste trabalho é realizar análises dimensionais nas peças impressas, observando possíveis imperfeições devido a variação de parâmetros de impressão (altura de camada e quantidade de perímetro), identificando assim a viabilidade técnica dessas variáveis na utilização do produto ao final dos testes e impressões.

## MATERIAL E MÉTODOS

Para a avaliação dimensional de um componente impresso, uma geometria foi realizada em software de desenho cad, sendo então convertida para um formato de arquivo compatível (.stl) ao ambiente de modelagem 3D da impressora. Foi determinado que as dimensões da peça seriam de 50 x 50 x 50 mm com um furo passante de 20 mm, estas medidas todas em milímetros visto que a impressora sua função de fábrica a realização da impressão em milímetros. A tolerância adotada foi de 0,05 mm. O modelo 3D é apresentado na Figura 1.

**Figura 1** - Esboço em 3D com auxílio do software CAD 3D



O software selecionado para a interação com a impressora foi o Ultimaker Cura, pelo fato de criar uma boa integração com a impressora 3D. Este tipo de programa é de código aberto e gratuito, otimizado para impressão de extrusão com a impressora aplicada neste trabalho. A impressora adotada foi a modelo Ender 3, presente no Laboratório Maker do Centro Universitário das Faculdades Integradas de Ourinhos. O polímero escolhido foi o PLA por ter uma qualidade boa de impressão, visto que o estudo tem base na análise de dimensionamento e

perímetros finais impressos. Por fim, foram determinadas a variação dos perímetros e alturas de camadas das peças antes da impressão, totalizando 6 peças conforme indicado na Tabela 1. Todas as medições finais foram realizadas com auxílio de um paquímetro digital, com repetição de 3 vezes por medição.

**Tabela 1 – Dados para impressão dos corpos de prova**

Modelo 3D			
Perímetro	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)
3	50	15	50
3	50	15	50
4	50	15	50

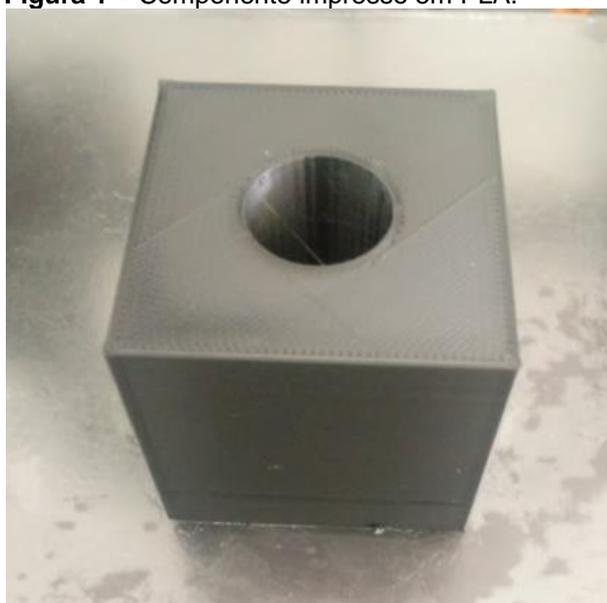
  

Modelo 3D			
Altura	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)
0.2	50	50	50
0.3	50	50	50
0.4	50	50	50

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para todas as condições impressão, houve êxito quanto a elaboração da peça elaborada, conforme apresentado na Figura 2.

**Figura 1 – Componente impresso em PLA.**



Em termos de acabamento superficial, todas as peças apresentaram acabamento semelhante e com características de impressão 3D. Ressalta-se que apenas uma inspeção visual foi realizada, não sendo aplicados instrumentos para essa finalidade.

Tendo então todas as medidas de perímetros e alturas das peças realizadas, foi possível a obtenção do Quadro 1, onde são mostradas as variações das peças impressas se comparadas com o determinado, sendo possível uma observação de quais seriam as peças que obteriam um melhor acabamento final.

**Quadro 1** – Medições realizadas nos corpos de prova.

	Peça 1			Peça 2			Peça 3			Modelo 3D		
Perímetro (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)
3	50.04	15.02	50.04							50	15	50
3				50	15	50				50	15	50
4							50.11	15.16	50.11	50	15	50
	Peça 1			Peça 2			Peça 3			Modelo 3D		
Altura (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)	Med 1 (mm)	Med 2 (mm)	Med 3 (mm)
0.2				50	50	50				50	50	50
0.3							50.1	50.11	50.08	50	50	50
0.4	50.15	50.15	50.15							50	50	50

Para peça 1, ao qual foi aplicada perímetro de 3 mm e altura de camada de 0,2 mm, foi possível observar que no quesito de perímetro esta peça se encaixa com exatidão dentro dos parâmetros visto que tem sua tolerância de 0,05mm, já no quesito altura esta peça não se encaixa nos padrões determinados para a impressão, uma vez que a alteração da altura das acamadas resultou em erros de 0,15 mm. A configuração da peça 2, com perímetro 3 mm e altura de camada 0,2 mm mostrou-se superior em relação as configurações editadas dos outros dois protótipos. Esta combinação de parâmetros atendeu as medidas solicitadas no projeto. Por fim, a peça 3 com perímetro de 4 mm e altura de camada de 0,4 mm, apresenta valores superiores a tolerância do projeto, não atendendo nenhum dos requisitos dimensionais.

## CONCLUSÕES

Com base nos testes realizados durante o andamento deste projeto, foi possível demonstrar que a variação nos parâmetros de impressões, como altura de camada e perímetro, acarretam desvios dimensionais na peça impressa.

As combinações realizadas entre valores de 3 e 4 mm no perímetro e 0,2; 0,3 e 0,4 mm na altura de camada apresentaram influência nas dimensões finais da peça impressa, gerando peças dentro e fora da tolerância adotada. A peça 1 apresentou medidas aceitáveis, visto que na sua alteração dos parâmetros de impressão modificou-se apenas a altura de camada mantendo o perímetro ideal de 3mm. Os resultados apresentados na peça 2, onde foram aplicados os parâmetros recomendados pelo software, as medidas apresentaram erro imperceptível ao paquímetro, indicando que a aplicação de 3 mm para perímetro e 0,2mm para alturas de camadas foi eficaz neste componente. Por fim na peça 3 foram obtidos os maiores erros, onde nas alterações dos parâmetros foram variados por completo a altura de camadas e o perímetro da peça, culminando em uma peça fora das tolerâncias aceitáveis para este estudo.

Futuras pesquisas podem realizar análises de outros parâmetros de impressões, análises de durabilidade de material, análises de erros geométricos, entre outros, visando assim obter maior conhecimento aplicado sobre o tema.

## REFERÊNCIAS

ASTM COMMITTEE F42 ON ADDITIVE MANUFACTURING TECHNOLOGIES;. SUBCOMMITTEE F42. 91 ON TERMINOLOGY. Standard terminology for additive manufacturing technologies. **Astm International**, 2012.

GIBSON, I.; ROSEN, D. W.; STUCKER, B. **Additive manufacturing technologies: rapid prototyping to direct Digital manufacturing**. Nova York: Springer, 2009.

RODRIGUES, Vinícius Picanço et al. Manufatura aditiva: estado da arte e framework de aplicações. **Revista Gestão da Produção Operações e Sistemas**, v. 12, n. 3, p. 1, 2017.

VOLPATO, Neri. **Manufatura aditiva: tecnologias e aplicações da impressão 3D**. Editora Blucher, 2017.