

Variação dimensional circular de peças impressas em PLA

Allan Maldaner Rodrigues¹, Phillipe Gonçalves Carvalho², Guilherme Schons³,
Isadora Camargo do Amaral⁴, Eduardo Walker⁵, Giusepe Stefanello⁶.

¹ Universidade Federal de Pelotas – maldaner.allan@gmail.com

² Universidade Federal de Pelotas - sbvphillipe@gmail.com

³ Universidade Federal de Pelotas - guilherme_schons@outlook.com

⁴ Universidade Federal de Pelotas - Isadorinha.camargo094@gmail.com

⁵ Universidade Federal de Pelotas – eduardowalker@yahoo.com.br

⁶ Universidade Federal de Pelotas – giusepest@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

Com o avanço da tecnologia e a busca incessante por maior exatidão nos projetos, redução dos custos de produção, melhorias na gestão e na identificação de falhas, e melhor qualidade de produtos, precisamos analisar todos os pontos de produção de qualquer elemento otimizando os processos e, assim, tornando-o mais eficiente. Vale mencionar a impressão 3D, mostrado por AUTODESK (2023), esse método de fabricação utiliza camadas sucessivas de material para construir objetos, seguindo o formato do modelo 3D, sendo um projeto considerado altamente acurado.

A impressão 3D, citada por AGUIAR (2016), por ter seus custos de fabricação praticamente lineares, ou seja, o custo para se produzir qualquer quantidade de produtos se mantém linearmente proporcional, se destacou como um dos principais processos de prototipagem rápida. Com essa análise do autor podemos concluir que a impressão 3D é um meio de prototipagem excelente, pois nos permite criar peças de forma rápida e prática. Por isso devemos elaborar projetos o mais exato possível, a fim de diminuir ao máximo erros na montagem de protótipos. Atualmente no mercado de materiais para impressão, possuímos uma diversidade dos mesmos, cada um possuindo suas vantagens e aplicações, tais como PLA, ABS, PETG, entre outros.

O PLA (ácido poliláctico), em SANTANA (2018) o material trata-se de um poliéster alifático linear (cadeias de moléculas lineares e abertas, sem ramificações, contribuindo para sua força e durabilidade), termoplástico (amolece ao ser aquecida e enrijece ao ser resfriada), consiste em um polímero sintetizado a partir de fontes renováveis, como o açúcar de milho, batata, e cana-de-açúcar, através de biconversão e polimerização. Outros benefícios citados em RICH (2021) temos a biocompatibilidade (capacidade do material ser compatível com os tecidos do corpo humano), e processabilidade (característica de um material que o torna passível de sofrer um processo de transformação física, química ou biológica). É um material versátil, fácil de usar e amplamente disponível para impressão 3D. Suas vantagens incluem a facilidade de impressão, por ser um material com temperatura de fusão relativamente baixa (180° a 220° graus Celsius), proporcionando desta forma uma impressão mais exata devido à sua baixa contração após o resfriamento, ressaltando assim que o material é adequado para prototipagem, além de possuir um excelente acabamento. Possui uma alta variedade de cores e é seguro pois não libera substâncias tóxicas em relação aos outros materiais disponíveis para impressão. Entretanto, tem limitações como resistência mecânica e temperatura de deformação

sendo assim considerado um material frágil citado em 3D Criar (2023). Segundo RUIS (2021), o PLA é um material sustentável por ser biodegradável, porém somente uma pequena parte desses plásticos biodegradáveis é apta a compostagem doméstica, o que significa que são adaptados para compostagem industrial, não se decompondo muito rapidamente junto ao lixo doméstico, mas sim dentro do equipamento industrial apropriado.

Apesar da impressora 3D ser uma ferramenta altamente exata, é frequente encontrarmos desafios relacionados às tolerâncias das dimensões nominais e dimensões efetivas, podendo resultar em folgas ou interferências, comprometendo o desempenho ou causando danos ao projeto. Além disso, busca-se aprimorar o acabamento das peças prototipadas. Analisando os dados acima, esse estudo tem por objetivo abordar a exatidão da impressão 3D em superfícies circulares, ou seja, peças com área de seção transversal redonda. O material de interesse nesse estudo é o PLA, com o propósito de analisar e corrigir variações na impressão 3D, visando aprimorar a qualidade e a funcionalidade dos protótipos produzidos.

ADÃO (2020), analisou a fabricação de uma peça padronizada para medição e análise dos desvios dimensionais, geométricos e rugosidade superficial. Foram realizadas medições do diâmetro interno e externo de um cilindro, com valores nominais de 20 e 30 mm onde obteve-se resultados de variação, em todas as peças analisadas, o diâmetro externo de 30mm (desvio médio de -0,34 mm) apresentou desvios maiores se comparado ao diâmetro interno de 20mm (desvio médio de -0,15 mm), porém foi utilizado o material ABS.

2. METODOLOGIA

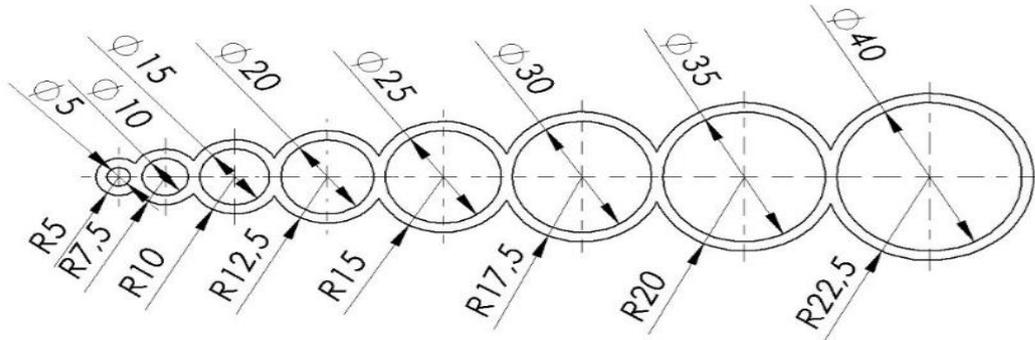
O experimento foi realizado nas instalações da Universidade Federal de Pelotas, prédio CENG – Cotada no Laboratório de Processos de Fabricação Mecânica. Foi desenvolvido o projeto de uma peça com múltiplos diâmetros internos e externos, sendo modelada no software SolidWorks, mostrado na Figura 1. O software usado para transformar o projeto 3D em um arquivo para impressão foi o Cura, configurado para impressão com camadas de perfil normal de 0,15mm e a densidade da peça de 20%.

Após a modelagem da peça, foram submetidos à impressão três réplicas idênticas da peça para garantir resultados mais confiáveis e uma média mais representativa, visando maximizar a obtenção de medidas e testes em uma única impressão. A fabricação foi realizada utilizando a máquina de impressão 3D Sethi3D S3X, com área de impressão de 300x300x320 mm (28,8 litros), uma velocidade de impressão de até 150 mm/s, mesa aquecida, resolução ajustável (altura de camada) de 50 microns (0.05 mm) até 400 microns (0.4 mm) e aceita os materiais ABS, PLA, PETG, Flex (SETHI3D, 2023). O material PLA utilizado foi da marca 3DLAB, onde foi utilizado o filamento PLA Branco de 1,75mm, rolo de 1kg. O fabricante relata ainda que o material possui um baixo coeficiente de dilatação e contração, o que produz um menor risco de warp (empenamento da peça) e descolamento de peça, além de terem sido considerados os parâmetros recomendados como a temperatura de impressão de 215°C (pode variar de 190°C a 220°C), temperatura da mesa com até 60°C e velocidade de impressão recomendada de +/- 45mm/s.

Após impressas, as peças foram submetidas a limpeza, onde foram removidas as rebarbas e logo em seguida realizadas as medições, o instrumento utilizado foi um

paquímetro digital de resolução de 0,01mm e os dados foram contabilizados e mostrados na Tabela 1 junto com a taxa de variação das peças.

Figura 1 - Peça projetada para impressão, diâmetros externos representados por “R” e diâmetros internos por “Ø”.



3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base na análise da Tabela 1, que retrata a relação entre as medidas nominais e reais da média das três peças, torna-se evidente a presença significativa de variações nas medidas. Essa observação enfatiza a importância da cautela no processo de desenho do projeto e na implementação de compensações a fim de alcançar medidas mais próximas das necessárias, considerando as especificações do projeto. A adoção de margens adicionais, alinhada com as tolerâncias apropriadas, emerge como uma estratégia essencial para garantir a conformidade das peças fabricadas e a concretização bem-sucedida dos objetivos propostos no âmbito do trabalho realizado.

Em relação as medidas obtidas de ADÃO (2020), temos: Variação de diâmetro externo 30mm de -0,34 mm e diâmetro interno 20 mm de -0,15 mm, já os nossos resultados em externo 30mm obtemos uma média de -0,45mm e em interno 20mm obtemos -0,31mm, tendo uma variação significativa com os resultados obtidos no trabalho.

Tabela 1. Relação entre medidas nominais e efetivas, junto com a variação percentual.

Diâmetro Interno			Diâmetro Externo		
Medida Nominal	Média das Medidas Efetivas	Variação Percentual	Medida Nominal	Média das Medidas Efetivas	Variação Percentual
5	4,87	-2,67	10	9,79	-2,13
10	9,75	-2,53	15	14,73	-1,78
15	14,69	-2,04	20	19,61	-1,93
20	19,69	-1,53	25	24,58	-1,69
25	24,60	-1,60	30	29,55	-1,50
30	29,56	-1,47	35	34,50	-1,43
35	34,60	-1,15	40	39,44	-1,40
40	39,62	-0,94	45	44,32	-1,51

Com o estudo foi criada uma base de referência para os projetos desenvolvidos a partir desta impressora no Laboratório de Processos de Fabricação. Como exemplo de intervenção em projetos, um protótipo de peça circular foi feito para entrar em um eixo de diâmetro 5 e aferindo-se na tabela que para o diâmetro interno 5, a medida

efetiva após a impressão será de 4,87mm para isso será feita uma compensação a fim de tornar essa peça o mais próximo possível da dimensão nominal correta. Para isso será tomado um ajuste de 2,67% a mais do que a medida nominal. Sendo assim conseguimos ter uma peça que terá um melhor encaixe e exercerá com melhor desempenho a função empregada.

4. CONCLUSÕES

Existe variação de dimensões entre as medidas nominais e efetivas das peças. Nas dimensões ensaiadas, para diâmetros internos e externos maiores a variação é menor.

Quanto menores as dimensões das peças de seção redonda a serem prototipadas maior atenção deve-se dar às variações dimensionais.

Recomenda-se a utilização de margens adicionais, tais como os resultados obtidos, alinhadas com as tolerâncias adequadas para garantir a conformidade das peças.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Leonardo De Conti Dias. Um processo para utilizar a tecnologia de impressão 3d na construção de instrumentos didáticos para o ensino de ciências. 2016.

AUTODESK. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/solutions/3d-printing>. Acessado em 03/08/2023

JOSÉ SPÍNDOLA FILHO, ADÃO (2020). Desenvolvimento de uma Metodologia para Avaliação Metrológica do Processo de Modelagem por Fusão e Deposição (FDM) Através de um Planejamento Fatorial Fracionário. Dissertação de Mestrado em Sistemas Mecatrônicos, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Brasília, DF, 119p.

RECH, F. et al.. Formulação e caracterização de potenciais filamentos compósitos de PLA e talos de tabaco para aplicação em manufatura aditiva. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 26, n. 2, p. e12988, 2021.

Ruis, Lillian Salarolli, and Luiz Henrique Zeferino. "O Uso PLA na Impressão 3D: Uma Análise sobre sua Biodegradabilidade." *Confict* 13 (2021).

SANTANA, L. et al.. Estudo comparativo entre PETG e PLA para Impressão 3D através de caracterização térmica, química e mecânica. *Matéria* (Rio de Janeiro), v. 23, n. 4, p. e12267, 2018.

SETHI3D. Disponível em: <https://www.sethi3d.com.br/s3x>. Acessado em 03/08/2023

3DCRIAR. Disponível em: <https://3dcriar.com.br/descubra-a-importancia-do-pla-na-impressao-3d-e-como-aproveitar-ao-maximo-esse-material/> Acessado em 03/08/2023

3DLAB. Disponível em: <https://www.3dhousebh.com.br/produto/filamento-pla-branco-175mm-1kg>. Acessado em 03/08/2023