

AVALIAÇÃO DE COLAGEM DE PEÇAS IMPRESSAS EM 3D

Phillipe Gonçalves Carvalho¹; Allan Maldaner Rodrigues²; Miguel Beck Berno³;
Guilherme Schons⁴; Eduardo Walker⁵; Giusepe Stefanello⁶

¹Universidade Federal de Pelotas – svvphillipe@gmail.com

²Universidade Federal de Pelotas – maldaner.allan@gmail.com

³Universidade Federal de Pelotas – miguel.bberno@gmail.com

⁴Universidade Federal de Pelotas – guilherme_schons@outlook.com

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

⁶Universidade Federal de Pelotas – giusepest@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A impressão 3D tem surgido como uma tecnologia inovadora, possibilitando a fabricação de peças complexas de maneira eficaz (FAPESP, 2019). Porém, a criação de peças funcionais muitas vezes requer a montagem de peças separadas, já que as impressoras 3D mais comuns, apresentam um limite no seu tamanho de impressão, em média 8000cm³ (20x20x20 cm), embasado nos modelos do mercado (TECHTUDO, 2021). Essa limitação no tamanho de impressão é o que leva à necessidade de técnicas de união seguras e fortes. A colagem vem se destacando como um procedimento viável para a união dessas peças, oferecendo vantagens como facilidade e agilidade, quando comparada a métodos costumeiros como parafusos e encaixes mecânicos.

A avaliação da resistência da colagem é crucial para garantir a integridade das peças montadas, especialmente em aplicações sujeitas a diversas solicitações mecânicas. É essencial compreender as características dos materiais de impressão 3D populares, como PETG, PLA e ABS, quando submetidos a testes de tração, a fim de analisar a força necessária para separar as peças coladas, conforme (BARCELOS,2022) nos testes utilizando ABS.

O PETG é um termoplástico derivado do PET conhecido por sua resistência mecânica e capacidade de resistir a altas temperaturas, com uma temperatura de extrusão de 240°C. Sua característica de ser considerado seguro para o contato com alimentos amplia sua gama de aplicações (3DLAB, 2017).

O PLA (ácido polilático) é um bioplástico obtido a partir de fontes renováveis, tornando-se uma alternativa promissora aos plásticos tradicionais derivados do petróleo. Ele apresenta vantagens como uma baixa temperatura de fusão (180°C) e maior dureza superficial (3DLAB, 2017). Em um contexto de crescente preocupação ambiental e a busca por opções mais sustentáveis, o PLA emerge como uma escolha mais responsável em termos ambientais.

O ABS (acrilonitrila butadieno estireno) é um termoplástico utilizado na impressão 3D. Possui vantagens como alta resistência à temperatura, com temperaturas de extrusão de 220°C e de mesa de 100°C. No entanto, sua baixa dureza superficial pode ser uma desvantagem em aplicações de contato frequente, embora essa característica facilite o acabamento final da peça (3DLAB, 2017).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a resistência de colagem das peças impressas em 3D, visando a obtenção de informações para direcionar para a melhor prática de colagem, contribuindo para o aumento da utilização de impressão 3D, possibilitando a criação de peças mais resistentes e confiáveis, e também abrindo novas possibilidades de design e produção.

2. METODOLOGIA

O projeto foi realizado nas instalações da Universidade Federal de Pelotas, no Centro de Engenharias (CEng) - Cotada no Laboratório de Processos de Fabricação Mecânica e no prédio da Engenharia Industrial Madeireira no Laboratório de Propriedades Mecânicas da Madeira. Foi utilizada uma máquina de ensaios universal para os testes de tração. O método envolve aplicar uma força na direção oposta e perpendicular à superfície do objeto, causando uma deformação na direção da força aplicada (ZOLIN, 2010).

Entretanto os testes realizados com as peças não focaram na deformação da peça e sim na resistência da colagem dos materiais utilizados. A impressora utilizada para a impressão das peças foi a SETHI3D S3X e a máquina de ensaio de tração foi a EMIC DL 30000N. Para impressão dos corpos de prova, foram utilizados filamentos de PLA, PETG e ABS da marca 3DLAB. Os corpos de prova foram desenvolvidos com auxílio do software Fusion 360 e depois convertidos em formato stl para uso no software Cura Ultimaker 5.2.1, onde foram utilizadas configurações específicas para garantir um melhor resultado.

Foi utilizada a densidade de preenchimento em 20% em formato de grade. Para uma melhor aderência e resistência a sobreposição utilizada foi de 10% entre as camadas e uma espessura de 0,15mm, tudo isso impresso a uma velocidade de 60mm/s garantindo eficiência no processo. O material de colagem utilizado foi o adesivo instantâneo 200 (base química: etilcianoacrilato) e o acelerador QFS (metil etil cetona), ambos da marca TEKBOND.

O corpo de prova consiste em duas peças criadas de acordo com a norma de Características de tração de plástico (ASTM D638), as quais foram coladas para determinação da resistência da colagem. É possível observar o desenho do corpo de prova na Figura 1, com medidas em milímetros.

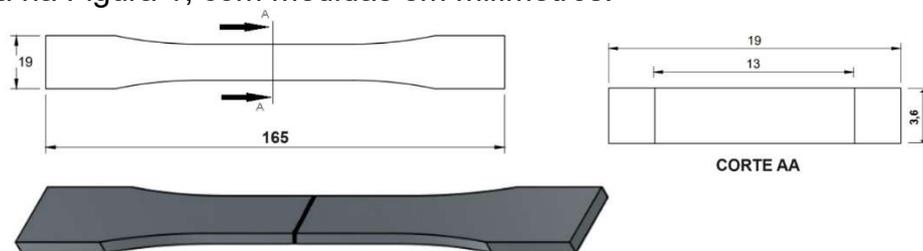


Figura 1 – Corpo de prova com respectivas dimensões.

Após o termino da impressão, os três pares de meio corpo de prova foram colados, formando os três corpos de prova de cada material de impressão e submetidos aos testes de tração, fixados à máquina de tração por meio de garras, como mostra a Figura 2.



Figura 2 – Corpo de prova preso à máquina de tração.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De todos os nove corpos de prova apenas um não teve ruptura na superfície de colagem, sendo esse de material PETG. O mesmo teve uma porção de material destacado, imediatamente próximo à superfície de colagem, demonstrando provável falha na fusão das camadas depositadas do filamento, deixando o corpo de prova com resistência mecânica inferior à colagem. Desta forma evidenciou-se que a colagem suporta menores tensões que o material de confecção das peças.

Depois da realização dos testes, os resultados adquiridos foram analisados e comparados por meio de gráfico da Figura 3 e Tabela 1.

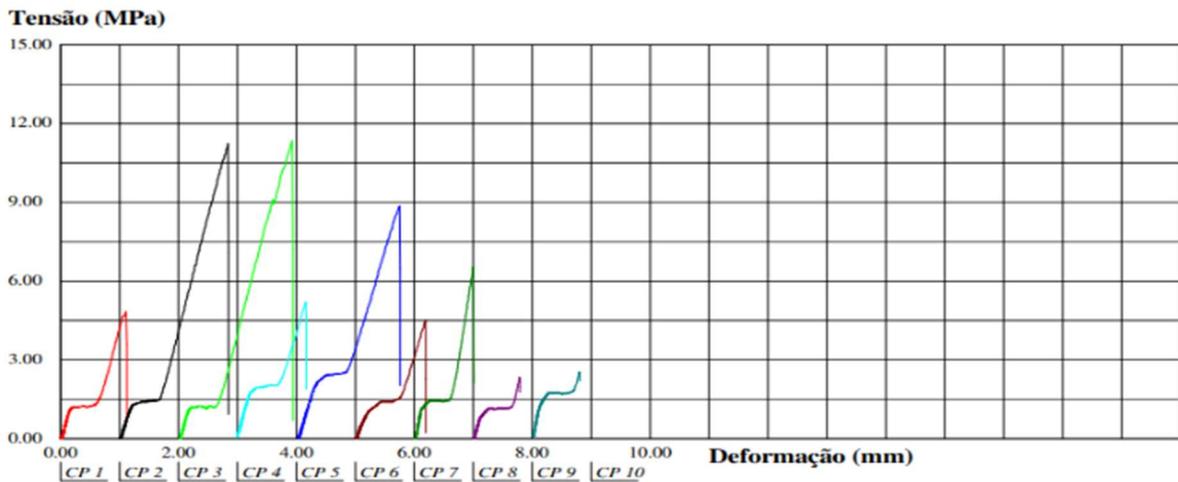


Figura 3 – Resultado Tensão x Deformação dos ensaios realizados.

O primeiro material a ser testado foi o ABS, o qual expressou para dois corpos de prova (CP2 e CP3) desempenho parecido rompendo aos 11,18MPa e 11,28MPa, entretanto o primeiro (CP1) rompeu a 4,84MPa.

Apesar dos três corpos de prova serem colados utilizando o mesmo processo, uma explicação possível para a diferença de tensão suportada até a ruptura seja a preparação das superfícies de colagem do CP2 e CP3 que podem ter sido mais adequadas, resultando uma aderência mais eficiente. Além disso a quantidade de adesivo utilizado pode ter influenciado no resultado, já que diferentes quantidades de adesivo podem ter diferentes níveis de aderência em matéria como o ABS.

Corpo de Prova	Força Máxima(N)	Tensão Máxima(MPa)
CP1	226,72	4,84
CP2	526,82	11,26
CP3	531,53	11,36
CP4	243,66	5,21
CP5	414,87	8,86
CP6	211,67	4,52
CP7	306,69	6,55
CP8	110,07	2,35
CP9	119,48	2,55

Tabela 1- Forças máximas e tensões máximas na iminência da ruptura.

O PETG apresentou tensão de ruptura mais baixa quando comparada ao ABS, sendo nas três amostras (CP4, CP5 e CP6) de 5,15MPa, 8,80MPa e 4,52 MPa. A diferença de tensão de ruptura do PETG em comparação com o ABS pode ser atribuída às propriedades do material. O PETG é conhecido por ser um material mais flexível e menos rígido em comparação com o ABS. Isso pode influenciar na aderência de cola ao material e resultar em uma menor resistência à tração.

O PLA foi o último material a ser testado, o material em comparação com os outros dois, apresentou para dois corpos de prova (CP8 e CP9) desempenho parecido rompendo a 2,35MPa e 2,55MPa. Entretanto o corpo de prova (CP7) rompeu a 6,49MPa.

A menor tensão máxima, suportada pelas colagens dos corpos de prova de PLA, indica que neste material obtém-se uma capacidade inferior de suportar forças antes de romper, isso pode ter sido afetado pela composição do material junto à colagem.

Com este estudo foi possível analisar o desempenho da colagem nos diferentes materiais, e os resultados revelaram que a colagem do ABS demonstrou um desempenho superior aos demais, justificando o uso do adesivo da TEK BOND, conforme (Barcelos,2022) no estudo de tração em métodos de ligação de peças 3D impressas em ABS.

4. CONCLUSÕES

As colagens apresentaram tensões máximas inferiores às suportadas pelo material de fabricação das peças.

Recomenda-se evitar a colagem de partes em peças fabricadas em impressoras 3D que sofrerão esforços.

Peças que serão submetidas a esforços devem considerar formas alternativas de colagem associada a encaixes.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

3DLAB. Disponível em: <https://3dlab.com.br/propriedades-dos-materiais-para-impressora-3d/>. Acessado em 23/08/2023

FAPESP. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/o-avanco-da-impressao-3d/>. Acessado em 23/08/2023

TECHTUDO. Disponível em: <https://www.techtudo.com.br/listas/2021/11/impressora-3d-veja-seis-modelos-para-comprar-no-brasil.ghtml>. Acessado em 24/08/2023

ZOLIN, Ivan. Curso técnico em automação industrial: ensaios mecânicos e análises de falhas. – ed.3, p.36-42 – Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria: Colégio Técnico Industrial de Santa Maria, 2010.

BARCELOS, Julia. Engenharia Mecânica: Estudo de tração em métodos de ligação de peças 3D impressas em ABS. Faculdade Capivari,2022.