

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MATERIAIS PLA, ABS E PETG UTILIZADOS NA IMPRESSÃO 3D PELO MÉTODO FDM

Diego Fernandes Ramos¹, Rodolfo Alexandre Hildebrandt², Luciano Barbosa³, Daniel Almeida Colombo⁴

RESUMO

A manufatura aditiva, especialmente a impressão 3D pelo método FDM (Fused Deposition Modeling), tem se consolidado como uma das principais tecnologias de prototipagem e produção em pequena escala. Dentre os materiais mais utilizados nesse processo estão o PLA (ácido polilático), o ABS (acrilonitrila butadieno estireno) e o PETG (polietileno tereftalato glicol). Este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa de natureza bibliográfica entre esses três materiais, avaliando propriedades físicas, térmicas e mecânicas, bem como aspectos de impressão e aplicações práticas. A pesquisa, baseada em literatura científica atualizada, busca auxiliar profissionais e estudantes na escolha adequada do filamento para diferentes demandas em manufatura aditiva. Os resultados demonstram que cada material apresenta características próprias, sendo o PLA mais indicado para prototipagem visual, o ABS para aplicações estruturais e térmicas, e o PETG como alternativa intermediária.

Palavras-chave: Impressão 3D. FDM. PLA. ABS. PETG. Materiais poliméricos.

COMPARATIVE ANALYSIS BETWEEN PLA, ABS, AND PETG MATERIALS USED IN 3D PRINTING VIA THE FDM METHOD

ABSTRACT

Additive manufacturing, especially 3D printing using the FDM (Fused Deposition Modeling) method, has become established as one of the main technologies for prototyping and small-scale production. Among the most commonly used materials in this process are PLA (polylactic acid), ABS (acrylonitrile butadiene styrene), and PETG (polyethylene terephthalate glycol). This work aims to perform a comparative bibliographical analysis of these three materials, evaluating their physical, thermal, and mechanical properties, as well as printing aspects and practical applications. Based on current scientific literature, the research seeks to assist professionals and students in choosing the appropriate filament for different demands in additive manufacturing. The results demonstrate that each material has its own characteristics, with PLA being the most suitable for visual prototyping, ABS for structural and thermal applications, and PETG as an intermediate alternative.

Key words: 3D printing. FDM. PLA. ABS. PETG. Polymer materials.

¹ Autor: diegof_ramos@outlook.com

² Autor correspondente: rodolfo.hildebrandt@sistemafiep.org.br

³ Autor: luciano.barbosa@sistemafiep.org.br

⁴ Autor: daniel.colombo@sistemafiep.org.br

1 INTRODUÇÃO

Os plásticos, também chamados de polímeros sintéticos, tiveram sua origem no final do século XIX, a partir de tentativas de modificar materiais naturais como a celulose. A primeira grande inovação ocorreu em 1907, com a criação da baquelite, considerado o primeiro polímero totalmente sintético. Desde então, os polímeros passaram a ocupar papel central na sociedade moderna devido ao baixo custo, facilidade de processamento e versatilidade de aplicações, tornando-se fundamentais em setores como embalagens, transportes, eletrônicos e saúde (MANO; MENDES, 2015, p. 1–3).

A evolução desses materiais abriu caminho para novas tecnologias de fabricação, como a manufatura aditiva, mais conhecida como impressão 3D, que nas últimas décadas tem se consolidado como uma técnica versátil e capaz de revolucionar o desenvolvimento de protótipos e a produção de peças em pequena escala. Nesse contexto, a utilização da impressão 3D tem sido cada vez mais valorizada pela indústria por possibilitar redução de custos, diminuição do tempo de desenvolvimento de produtos e maior flexibilidade de fabricação (LIRA, 2019).

Entre os diferentes processos de fabricação aditiva, o método FDM (Fused Deposition Modeling), ou Modelagem por Deposição Fundida, é amplamente utilizado tanto em ambientes acadêmicos quanto industriais, devido ao seu custo acessível e à facilidade de operação. Um dos fatores mais críticos para o sucesso da impressão 3D é a seleção adequada do material. Os filamentos poliméricos são os insumos mais utilizados nesse tipo de impressão, sendo o PLA (ácido polilático), o ABS (acrilonitrila butadieno estireno) e o PETG (polietileno tereftalato glicol) os mais populares.

Cada um desses materiais apresenta características únicas quanto à resistência mecânica, estabilidade térmica, facilidade de impressão e aplicações específicas, o que pode influenciar diretamente na qualidade e no desempenho das peças produzidas. Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise comparativa entre PLA, ABS e PETG, com base em revisão bibliográfica, a fim de auxiliar na escolha adequada do material conforme a aplicação desejada.

A escolha adequada de materiais é um dos pilares fundamentais para o sucesso na manufatura aditiva. De acordo com Araújo (2020), a seleção incorreta do filamento pode comprometer tanto a integridade estrutural quanto a funcionalidade da peça, resultando em baixa resistência mecânica, deformações ou falhas durante a impressão.

Além disso, a padronização dos métodos de ensaio é indispensável para que os resultados obtidos em pesquisas sejam confiáveis e comparáveis. A norma ISO 527-1:2019 estabelece procedimentos para a determinação das propriedades mecânicas em tração de plásticos, fornecendo diretrizes quanto à preparação dos corpos de prova, condições de ensaio e parâmetros de cálculo. A aplicação dessa norma garante maior rigor científico à análise comparativa dos filamentos PLA, ABS e PETG. O objetivo de realizar uma análise comparativa dos materiais PLA, ABS e PETG utilizados na impressão 3D, com base em levantamento bibliográfico, considerando suas propriedades físico-mecânicas e térmicas, bem como suas aplicações práticas. Dessa forma, este trabalho contribui com uma análise bibliográfica aprofundada e fundamentada em normas técnicas, servindo como referência para estudantes e profissionais na seleção do material mais apropriado para projetos em impressão 3D.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, definiu-se os pilares que sustentam o projeto. Os pontos aqui abordados darão o alicerce necessário para o avanço com o processo de automatização em projetos de engenharia

2.1 Formas geométricas aplicadas a impressão 3D

As formas geométricas básicas são amplamente utilizadas como referência em estudos de manufatura aditiva, pois permitem a avaliação comparativa entre diferentes materiais e parâmetros de impressão. Neste trabalho foram selecionadas

três geometrias distintas, esfera, cubo e chapa retangular por apresentarem características que possibilitam analisar diferentes aspectos de desempenho.

Esfera: escolhida por sua complexidade geométrica, uma vez que exige maior precisão no fatiamento e no controle de camadas, além de evidenciar questões de acabamento superficial em superfícies curvas.

Cubo (quadrado em 3D): utilizado por sua simplicidade e regularidade, permitindo avaliar a precisão dimensional, a estabilidade estrutural e a distribuição homogênea do material durante a impressão.

Chapa retangular (paralelepípedo de baixa espessura): selecionada por reproduzir condições críticas de empenamento e resistência à flexão, além de possibilitar a análise de estabilidade térmica e deformações em peças planas.

A escolha dessas três geometrias possibilita observar o comportamento dos filamentos de PLA, ABS e PETG em situações distintas, fornecendo dados comparativos quanto à resistência mecânica, comportamento térmico e qualidade do acabamento superficial.

2.2 Histórico da impressão 3D

A manufatura aditiva, conhecida atualmente como impressão 3D, teve seu desenvolvimento impulsionado a partir de pesquisas realizadas desde a década de 1980, mas suas origens conceituais remontam a experiências anteriores de representação tridimensional. Segundo Lira (2020), técnicas como a foto escultura, desenvolvida por François Willème em 1860, já buscavam representar objetos em três dimensões a partir de múltiplas fotografias. Posteriormente, avanços como os experimentos de Morioka (1933) e Munz (1951) forneceram bases para o surgimento da estereolitografia.

O grande marco, entretanto, ocorreu em 1983, com a fundação da 3D Systems, que utilizava o laser para fabricar peças em resina líquida. Poucos anos depois, em 1987, surgiu a técnica de sinterização seletiva a laser (SLS) e, em 1990, Scott Crump desenvolveu o processo de Modelagem por Deposição Fundida (FDM),

que viria a se tornar um dos métodos mais populares por sua simplicidade e baixo custo (LIRA, 2020, p. 22–23).

Desde então, a impressão 3D evoluiu para diferentes processos e aplicações, abrangendo setores como prototipagem rápida, saúde, indústria automotiva e aeroespacial. O contínuo avanço tecnológico, aliado ao desenvolvimento de novos materiais, consolidou a manufatura aditiva como uma das ferramentas mais importantes da engenharia contemporânea.

2.3 Ensaios de tração segundo ISO 527-1:2019

A determinação das propriedades mecânicas de materiais termoplásticos é essencial para a escolha adequada do filamento na impressão 3D, pois essas características influenciam diretamente o desempenho das peças em aplicações reais. Entre os materiais mais utilizados destacam-se o PLA, o ABS e o PETG, cada um com comportamento mecânico distinto.

Segundo a norma ISO 527-1:2019, os ensaios de tração permitem avaliar propriedades como resistência à tração, deformação e módulo de elasticidade. A norma define princípios e métodos padronizados para a execução dos ensaios, necessários, garantindo que os resultados obtidos sejam confiáveis e comparáveis entre diferentes materiais.

Além disso, a norma destaca a influência da anisotropia nas propriedades mecânicas, especialmente relevante na manufatura aditiva, visto que a orientação das camadas depositadas interfere diretamente no comportamento estrutural das peças impressas.

A aplicação da ISO 527-1:2019 como referência neste trabalho tem como objetivo fornecer embasamento teórico para a análise dos resultados obtidos experimentalmente, possibilitando a comparação entre os materiais PLA, ABS e PETG de forma coerente com a literatura técnica.

2.4 Propriedades comparativas dos materiais PLA, ABS e PETG2

A escolha adequada do material é fator determinante no desempenho de peças produzidas por manufatura aditiva. Cada filamento apresenta propriedades físico-mecânicas e térmicas específicas, que influenciam tanto na qualidade de impressão quanto no uso final da peça. O PLA é amplamente utilizado devido à sua facilidade de impressão, baixa contração e excelente acabamento superficial. Apresenta módulo de elasticidade elevado, entre 3,0 e 3,8 GPa, o que garante maior rigidez, mas sua resistência térmica é limitada, em torno de 55 a 65 °C, e seu alongamento na ruptura baixo, geralmente de 4 a 10%, indicando comportamento mais frágil.

O ABS, por sua vez, é mais resistente ao calor, suportando temperaturas de aproximadamente 95 a 105 °C, além de apresentar maior tenacidade. Seu alongamento na ruptura pode variar entre 10 e 50%, o que confere maior ductilidade e resistência a impactos, embora seu módulo de elasticidade seja menor, entre 1,5 e 2,5 GPa, o que o torna menos rígido que o PLA. Contudo, o ABS exige maior controle de processamento, incluindo mesa aquecida entre 90 e 110 °C, para evitar empenamento e falhas durante a impressão.

Já o PETG se posiciona como uma alternativa intermediária, combinando boa resistência mecânica (com valores de tração entre 45 e 60 MPa) e relativa facilidade de impressão. Seu alongamento na ruptura típico varia de 15 a 25%, o que o torna mais dúctil que o PLA, mas menos que o ABS. Também apresenta resistência térmica moderada, em torno de 70 a 80 °C, permitindo aplicações técnicas e de uso externo, sem exigir os mesmos cuidados de processamento do ABS.

2.5 Discussão teórica

A análise comparativa mostra que cada material possui vantagens específicas que o tornam mais adequado a diferentes contextos de aplicação. O PLA, com maior rigidez e acabamento superficial superior, é indicado para protótipos visuais e peças que não serão submetidas a altas temperaturas ou solicitações mecânicas intensas. O ABS, por apresentar maior ductilidade e resistência térmica, destaca-se em peças funcionais sujeitas a impactos ou ao calor, embora demande maior controle no

processo de impressão. Já o PETG reúne características intermediárias, conciliando resistência mecânica razoável com boa ductilidade e facilidade de processamento, o que o torna versátil em diversas situações práticas.

Essas diferenças teóricas reforçam a importância da etapa experimental deste trabalho, que será conduzida segundo a ISO 527-1:2019, permitindo verificar se os resultados obtidos para PLA, ABS e PETG estão em conformidade com os valores de referência da literatura. Assim, busca-se não apenas confirmar tendências já descritas, mas também identificar possíveis divergências associadas ao processo de manufatura aditiva, às condições específicas de impressão e à anisotropia dos corpos de prova.

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimento de ensaio de tração segundo a ISO 527-1:2019

A fim de garantir a confiabilidade e a comparabilidade dos resultados, este trabalho adotou como referência teórica a norma ISO 527-1:2019, que padroniza a determinação das propriedades mecânicas de materiais plásticos submetidos à tração uniaxial. Essa norma define parâmetros como resistência à tração, módulo de elasticidade, alongamento na ruptura e coeficiente de Poisson, além de detalhar os requisitos para preparo dos corpos de prova, condições de ensaio e sistemas de medição (ISO, 2019, p. 5–12).

Contudo, a execução integral desse procedimento exige infraestrutura laboratorial específica, como máquinas universais de ensaio, extensômetros e ambientes climatizados, recursos indisponíveis para a presente pesquisa. Dessa forma, a ISO 527-1 será utilizada apenas como base metodológica, garantindo alinhamento conceitual com a literatura técnica, enquanto os ensaios práticos foram realizados de forma adaptada.

3.2 Preparação e testes experimentais

Os corpos de prova foram produzidos em PLA, ABS e PETG, utilizando impressão 3D pelo processo FDM. Para assegurar comparabilidade entre os materiais, adotaram-se parâmetros de impressão padronizados:

- bico extrusor de 0,4 mm,
- altura de camada de 0,20 mm,
- preenchimento interno (infill) de 100%,
- três perímetros externos,
- orientação de impressão definida por geometria.

As temperaturas de extrusão e mesa aquecida foram ajustadas conforme as recomendações do fabricante de cada filamento.

Três geometrias distintas foram selecionadas como referência experimental:

- Esfera (\varnothing 30 mm) → representa formas complexas e curvas contínuas;
- Cubo (20 × 20 × 20 mm) → representa geometrias regulares e volumétricas;
- Chapa retangular (100 × 20 × 3 mm) → representa peças planas, sujeitas a flexão e empenamento.

Cada geometria foi reproduzida em cinco exemplares por material, totalizando 45 corpos de prova.

3.3 Ensaios experimentais adaptados

Considerando as limitações de infraestrutura e a ausência de equipamentos laboratoriais padronizados, os ensaios deste trabalho foram conduzidos em versão adaptada, mantendo-se, entretanto, os princípios gerais da ISO 527-1:2019 quanto à observação de propriedades mecânicas sob carregamentos controlados.

Os testes tiveram caráter comparativo e exploratório, buscando analisar o comportamento dos materiais PLA, ABS e PETG em três geometrias distintas: chapa retangular, cubo e esfera. Para cada geometria, foram produzidas cinco amostras de cada material, totalizando 45 corpos de prova.

Nos subtópicos a seguir, são descritos os procedimentos experimentais adotados e os critérios de avaliação aplicados a cada tipo de peça.

3.3.1 Chapa retangular – ensaio de flexão adaptado

As chapas, com dimensões de 100 × 20 × 3 mm, foram impressas com preenchimento de 100% e orientadas paralelamente à mesa de impressão, de modo a reproduzir o comportamento típico de peças planas.

Foi realizado um teste de:

- Ensaio de flexão adaptado (três pontos): As chapas foram apoiadas sobre dois calços rígidos distantes 80 mm entre si e submetidas à aplicação de carga central crescente por meio de pesos. Foram registrados a carga máxima suportada, a deformação observada e o modo de falha (trinca, ruptura ou delaminação).

3.3.2 Cubo – ensaio de compressão adaptado

Os cubos, com dimensões de 20 × 20 × 20 mm, foram impressos com preenchimento total (100%) e camadas horizontais empilhadas verticalmente. Essa geometria permite observar a resistência volumétrica e o comportamento do material sob carga concentrada.

Foram aplicados os seguintes testes:

a) Ensaio de compressão adaptado

Cada cubo foi posicionado sobre uma base rígida e submetido a carga vertical crescente, distribuída por uma placa rígida sobre sua face superior. Registrou-se a massa máxima suportada até o início da deformação ou falha, além do tipo de ruptura (fratura, esmagamento ou delaminação).

b) Avaliação de acabamento superficial e precisão

Foi realizada uma inspeção visual e tátil, atribuindo notas de 1 a 5 (1 = acabamento ruim / 5 = excelente).

3.3.3 Esfera – ensaio de impacto por queda

As esferas, com 30 mm de diâmetro, foram impressas com preenchimento de 100% e orientação definida para reduzir o uso de suportes. Essa geometria foi escolhida por representar superfícies complexas e curvas contínuas, sensíveis à calibração e à qualidade do fatiamento.

Os testes aplicados foram:

- a) Teste de impacto por queda: As esferas foram soltas de alturas controladas (0,5 m, 1,0 m e 1,5 m) sobre superfície rígida. Após cada impacto, registrou-se a presença de trincas, fissuras ou quebras, além de deformações visíveis.
- b) Avaliação de acabamento superficial e precisão: Foi realizada uma inspeção visual e tátil, atribuindo notas de 1 a 5 (1 = acabamento ruim / 5 = excelente). O diâmetro foi medido em três eixos perpendiculares com paquímetro, comparando as variações de simetria e precisão entre os materiais.

3.4 Considerações metodológicas

Os ensaios propostos têm caráter **comparativo**, permitindo observar o desempenho relativo dos três materiais frente a diferentes tipos de esforço. Embora não tenham sido realizados sob condições laboratoriais controladas, os testes fornecem **dados qualitativos e quantitativos** suficientes para identificar tendências de **rigidez, ductilidade, resistência ao impacto e qualidade superficial**, conforme a literatura técnica.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A etapa experimental teve como objetivo comparar o comportamento dos materiais **PLA, ABS e PETG** frente a diferentes condições de solicitação mecânica e térmica, utilizando corpos de prova em três geometrias distintas: esfera, cubo e chapa retangular. Embora os ensaios tenham sido realizados de forma adaptada e simplificada, conforme descrito na metodologia, os procedimentos adotados

permitiram identificar tendências consistentes com a literatura, fornecendo subsídios para a escolha adequada de filamentos em aplicações práticas.

Os resultados estão organizados em função da geometria dos corpos de prova e do tipo de ensaio realizado:

- **Chapa retangular:** desempenho sob flexão, avaliando a carga máxima suportada, deformação e modo de falha;
- **Cubo:** resistência relativa à compressão, verificando a carga suportada e o comportamento estrutural;
- **Esfera:** resistência ao impacto por queda, bem como observações sobre acabamento superficial e precisão dimensional;

Para cada ensaio, foram registradas as cargas aplicadas, modos de falha e observações qualitativas, complementados por registros fotográficos. Os dados obtidos são apresentados em forma de tabelas e imagens, permitindo comparação direta entre os três materiais.

De forma geral, os resultados possibilitam discutir não apenas a **resistência mecânica** e a **estabilidade térmica** de PLA, ABS e PETG, mas também aspectos práticos como **facilidade de impressão, qualidade do acabamento e comportamento frente a impactos**. Essa análise comparativa constitui a base para as conclusões do trabalho, indicando o material mais adequado para cada tipo de aplicação avaliada.

4.1 Parâmetros de impressão

Os resultados obtidos a partir dos ensaios experimentais foram organizados de forma a possibilitar a comparação direta entre os três materiais estudados — PLA, ABS e PETG — considerando as diferentes geometrias de teste (chapa retangular, cubo e esfera).

Antes da realização dos ensaios, foram definidos e padronizados os parâmetros de impressão 3D utilizados na fabricação dos corpos de prova, a fim de garantir reprodutibilidade e uniformidade entre as amostras. Esses parâmetros, apresentados na Tabela 1, incluem variáveis como temperatura do bico e da mesa, altura de camada, preenchimento, velocidade de impressão e tipo de ventilação utilizada, além de informações sobre o tipo de impressora e o diâmetro do filamento adotado para cada material.

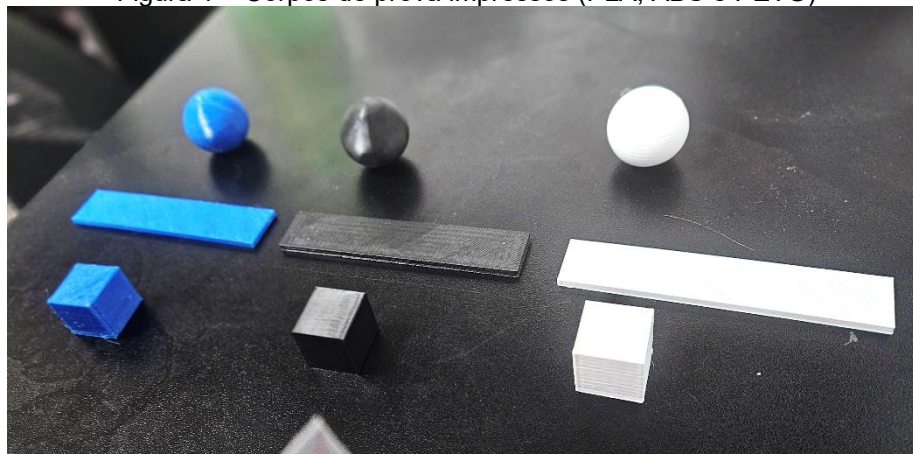
Tabela 1 – Parâmetros usados

Parâmetro	PLA	ABS	PETG
Temperatura do bico (°C)	200	240	270
Temperatura da mesa (°C)	60	100	70
Altura de camada (mm)	0,2	0,2	0,2
Preenchimento (%)	100	100	100
Velocidade de impressão (mm/s)	50	45	45
Ventilação	Ativa	Desligada	Parcial
Tipo de impressora	FDM – Cartesian	FDM – Cartesian	FDM – Cartesian
Diâmetro do filamento (mm)	1,75	1,75	1,75

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 1 apresenta os corpos de prova utilizados nos ensaios experimentais, impressos em três materiais distintos — PLA (branco), ABS (preto) e PETG (azul) — nas geometrias de esfera, cubo e chapa retangular, conforme parâmetros descritos na Tabela 1.

Figura 1 – Corpos de prova impressos (PLA, ABS e PETG)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os corpos de prova apresentados na Figura 1 constituem a base experimental deste trabalho, sendo utilizados nos ensaios mecânicos e nas análises dimensionais realizadas para os três materiais estudados. A partir dessas amostras, foi possível obter os dados necessários para a avaliação comparativa do desempenho do PLA, ABS e PETG, os quais são apresentados de forma organizada nas tabelas de resultados a seguir.

4.2 Tabelas de resultados

Após a preparação dos corpos de prova, foram realizadas as medições dimensionais e os ensaios experimentais adaptados. Os testes, baseados nos princípios da ISO 527-1:2019, foram executados de forma simplificada a fim de avaliar a resistência à flexão e o comportamento mecânico das chapas retangulares impressas em PLA, ABS e PETG. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos, destacando a carga máxima suportada, o grau de empenamento, o acabamento superficial e o tipo de falha observada para cada material.

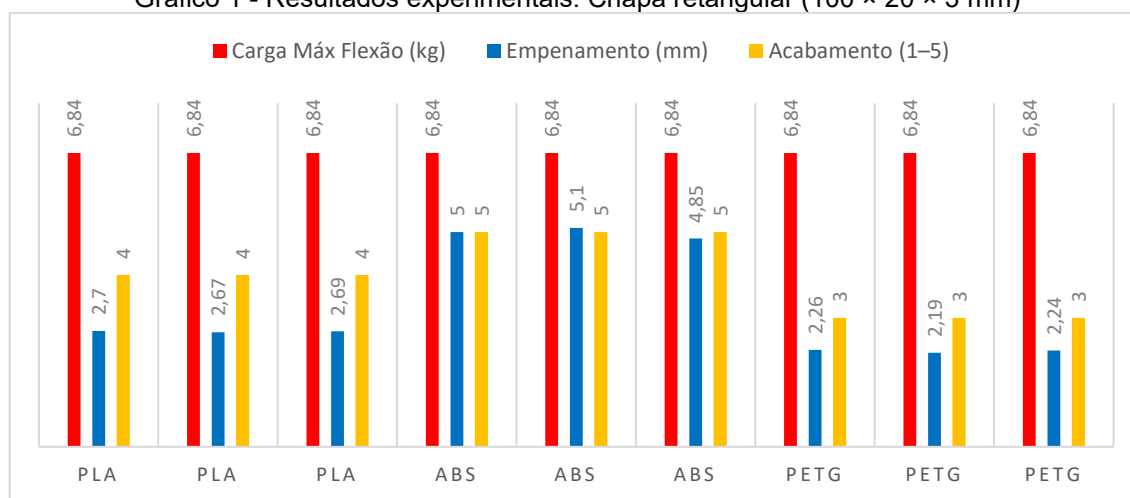
Tabela 2 – Resultados experimentais: Chapa retangular (100 × 20 × 3 mm)

	Corpo	Carga Máx Flexão (kg)	Empenamento (mm)	Acabamento (1-5)	Tipo de Falha
PLA	1	6,84	2,7	4	elástica
PLA	2	6,84	2,67	4	elástica
PLA	3	6,84	2,69	4	elástica
ABS	1	6,84	5	5	elástica
ABS	2	6,84	5,1	5	elástica
ABS	3	6,84	4,85	5	elástica
PETG	1	6,84	2,26	3	elástica
PETG	2	6,84	2,19	3	elástica
PETG	3	6,84	2,24	3	elástica

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Em seguida, o Gráfico 1 sintetiza esses dados, ilustrando de forma comparativa o empenamento médio das chapas para cada material.

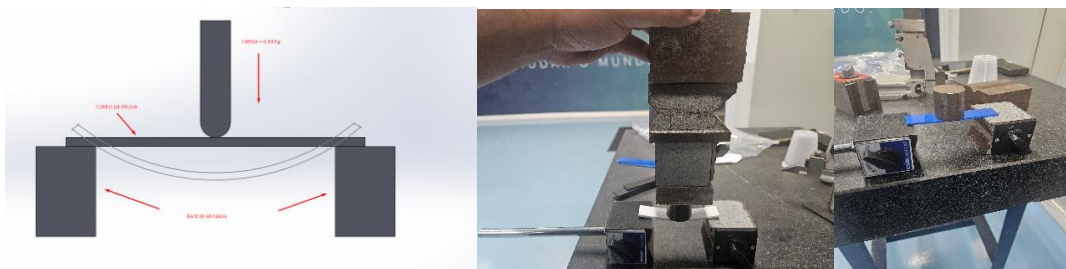
Gráfico 1 - Resultados experimentais: Chapa retangular (100 × 20 × 3 mm)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 2 apresenta o procedimento do ensaio de flexão adaptado realizado nas chapas retangulares impressas em PLA, ABS e PETG. As amostras foram apoiadas sobre dois calços rígidos e submetidas à aplicação de carga central crescente por meio de pesos, até a ocorrência de deformação visível ou falha estrutural. Esse teste permitiu avaliar a rigidez e o comportamento elástico dos materiais, identificando o grau de empenamento e o tipo de ruptura predominante.

Figura 2 – Teste dos corpos de prova impressos chapa retangular



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os resultados obtidos no ensaio de compressão adaptado para os corpos de prova em formato de cubo estão apresentados na Tabela 3. Nela são apresentados os valores de carga máxima suportada, deformação e acabamento superficial observados após o ensaio. Esse teste teve como objetivo avaliar a resistência à compressão e a capacidade de deformação dos materiais PLA, ABS e PETG, permitindo comparar o comportamento estrutural e a estabilidade dimensional entre os três polímeros.

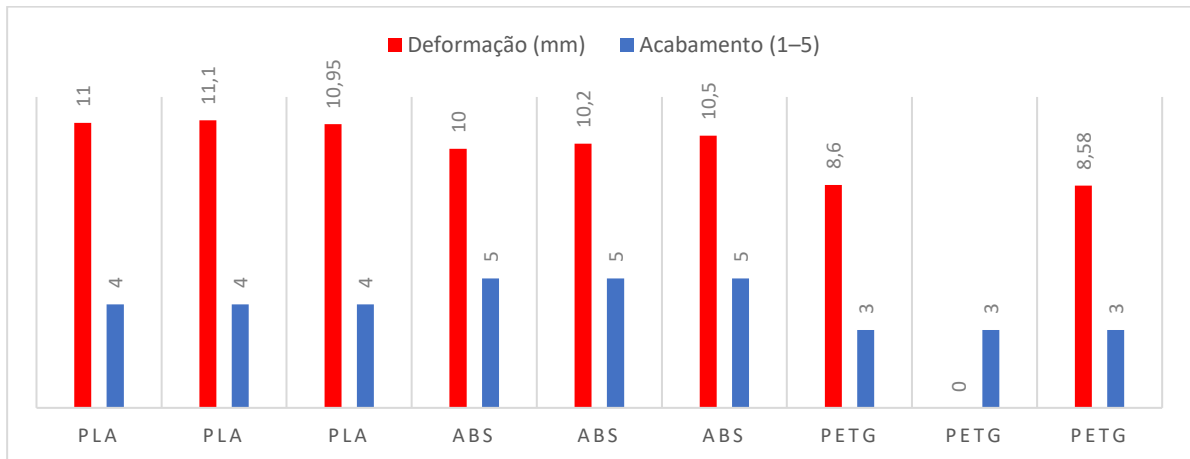
Tabela 3 – Resultados experimentais: Cubo (20 × 20 × 20 mm)

Material	Corpo	Aresta (mm)	Carga Máx Compressão (kg)	Deformação (mm)	Acabamento (1-5)
PLA	1	20,0	7.000	11	4
PLA	2	20,0	7.000	11,1	4
PLA	3	20,0	7.000	10,95	4
ABS	1	20,0	7.000	10	5
ABS	2	20,0	7.000	10,2	5
ABS	3	20,0	7.000	10,5	5
PETG	1	20,0	7.000	8,6	3
PETG	2	20,0	7.000	8,55	3
PETG	3	20,0	7.000	8,58	3

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Na sequência, o Gráfico 2 apresenta a deformação média dos cubos, facilitando a visualização comparativa do desempenho mecânico de cada material.

Gráfico 2 - Resultados experimentais: Cubo (20 × 20 × 20 mm)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 3 mostra o ensaio de compressão adaptado aplicado aos corpos de prova em formato cúbico, produzidos com PLA, ABS e PETG. Cada amostra foi posicionada sobre uma base rígida e recebeu carga vertical distribuída por uma placa na face superior, até a ocorrência de deformação plástica ou fratura. Esse procedimento teve como objetivo comparar a resistência à compressão e a estabilidade dimensional dos materiais sob esforço concentrado.

Figura 3 - Teste dos corpos de prova impressos: cubo (ensaio de compressão adaptado)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Os ensaios realizados com as esferas tiveram como objetivo avaliar o comportamento dos materiais sob impacto, simulando situações de queda livre em diferentes alturas. As amostras foram submetidas a três níveis de impacto — 0,5 m, 1,0 m e 1,5 m — e observou-se o tipo de dano ocorrido, como fissuras, trincas ou deformações permanentes. Além disso, foi verificada a variação dimensional após os impactos, permitindo uma análise comparativa da resistência e tenacidade dos materiais PLA, ABS e PETG.

A Tabela 4 apresenta os resultados obtidos nesses ensaios, incluindo o diâmetro das esferas antes e depois dos impactos, a severidade das deformações e a avaliação qualitativa do acabamento superficial pós-teste.

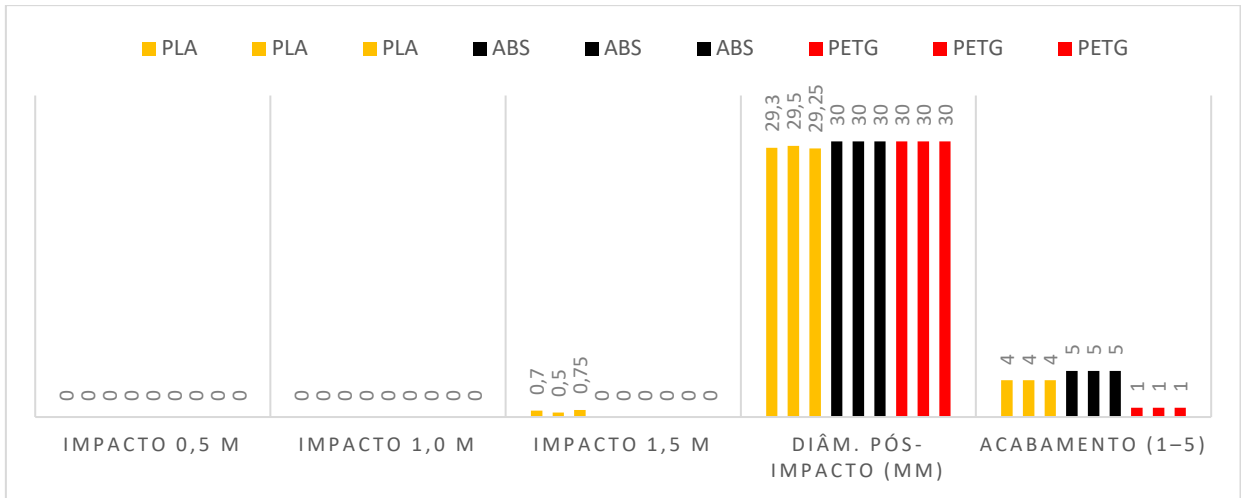
Em complemento, o Gráfico 3 sintetiza a deformação média resultante do impacto para cada material, facilitando a comparação direta da resistência ao impacto entre PLA, ABS e PETG.

Tabela 4 – Resultados experimentais: Esfera (Ø 30 mm)

Material Corpo		Diâmetro (mm)	Impacto 0,5 m	Impacto 1,0 m	Impacto 1,5 m	Diâm. Pós-Impacto (mm)	Acabamento (1–5)
PLA	1	30,0	0	0	0,7	29,3	4
PLA	2	30,0	0	0	0,5	29,5	4
PLA	3	30,0	0	0	0,75	29,25	4
ABS	1	30,0	0	0	0	30,0	5
ABS	2	30,0	0	0	0	30,0	5
ABS	3	30,0	0	0	0	30,0	5
PETG	1	30,0	0	0	0	30,0	1
PETG	2	30,0	0	0	0	30,0	1
PETG	3	30,0	0	0	0	30,0	1

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

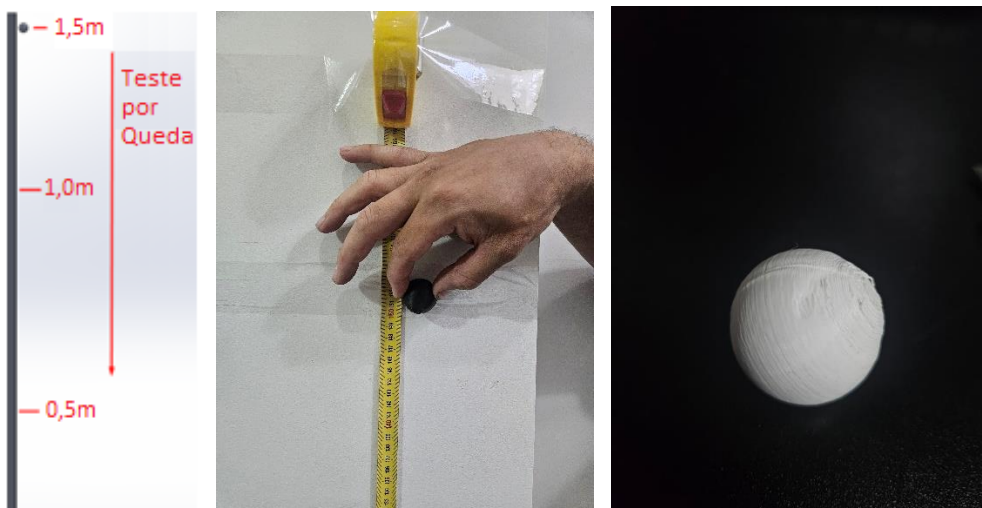
Gráfico 3 - Resultados experimentais: Esfera (Ø 30 mm)



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

A Figura 4 ilustra o ensaio de impacto adaptado realizado com esferas impressas em PLA, ABS e PETG. As peças foram submetidas a quedas controladas em superfície rígida a partir de alturas de 0,5 m, 1,0 m e 1,5 m, registrando-se os efeitos sobre a integridade e o acabamento das amostras. Esse teste teve como finalidade avaliar a resistência ao impacto e a capacidade de absorção de energia dos diferentes materiais.

Figura 4 – Ensaio de impacto por queda nas esferas



Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Com base nos resultados experimentais obtidos nos ensaios de flexão, compressão e impacto, foi possível realizar uma análise comparativa geral do desempenho dos materiais PLA, ABS e PETG. Essa comparação considerou não apenas a resistência mecânica, mas também aspectos como precisão dimensional, ductilidade, acabamento superficial e aplicabilidade prática.

A Tabela 5 apresenta um resumo consolidado dessas observações, destacando as principais características de cada material em relação às diferentes geometrias testadas. Essa síntese permite identificar o perfil de desempenho mais adequado para cada tipo de aplicação: o PLA se mostra indicado para protótipos e peças visuais devido ao excelente acabamento; o ABS destaca-se pela resistência e ductilidade, sendo apropriado para componentes funcionais; e o PETG demonstra equilíbrio entre rigidez, resistência e facilidade de impressão, tornando-se uma opção versátil para aplicações técnicas.

Tabela 5 – Resumo comparativo dos resultados obtidos

Material	Geometria	Resistência Mecânica	Precisão Dimensional	Ductilidade / Deformação	Acabamento Superficial	Desempenho Geral
PLA	Chapa / Cubo / Esfera	Média	Alta	Baixa	Excelente	Adequado para protótipos visuais
ABS	Chapa / Cubo / Esfera	Alta	Média	Alta	Regular	Adequado para peças funcionais
PETG	Chapa / Cubo / Esfera	Média / Alta	Alta	Média	Boa	Versátil, indicado para aplicações técnicas

Fonte: Elaborado pelo autor (2025)

Para a avaliação do acabamento superficial dos corpos de prova, adotou-se uma classificação qualitativa em escala numérica de 1 a 5, baseada na observação visual e tátil das peças. Os valores de 1 a 2 foram considerados como acabamento bom, representando superfícies com maior rugosidade aparente e presença visível das camadas de impressão. Os valores 3 e 4 foram classificados como regular, indicando superfícies com menor evidência das camadas e melhor uniformidade. Já o

valor 5 foi atribuído ao acabamento excelente, caracterizado por superfície mais lisa, com menor percepção das camadas e melhor aspecto visual geral.

A Tabela 5 apresenta a síntese comparativa dos resultados obtidos para os materiais PLA, ABS e PETG, considerando as três geometrias avaliadas. Nela são reunidos os principais critérios analisados — resistência mecânica, precisão dimensional, ductilidade, acabamento superficial e desempenho geral — permitindo uma visão integrada do comportamento de cada material. Com base nessa análise consolidada, tornam-se evidentes as diferenças de desempenho entre os filamentos, possibilitando a definição das aplicações mais adequadas para cada um, conforme discutido a seguir nas considerações finais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos nos ensaios adaptados demonstram que o PLA apresenta excelente precisão dimensional e acabamento superficial, porém menor resistência mecânica e baixa ductilidade. Isso o torna mais indicado para protótipos visuais, peças decorativas ou componentes que não estejam sujeitos a esforços elevados.

O ABS mostrou desempenho superior em termos de resistência e ductilidade, suportando melhor as cargas de compressão e impacto. Apesar disso, apresentou maior tendência ao empenamento e pequenas imperfeições superficiais durante a impressão. Ainda assim, destacou-se como o material mais adequado para aplicações funcionais e para peças que demandam maior robustez.

O PETG apresentou um comportamento intermediário entre PLA e ABS, com boa resistência mecânica, estabilidade dimensional e facilidade de impressão. Esses fatores tornam o material uma opção equilibrada para componentes técnicos de média solicitação mecânica.

De forma geral, os ensaios realizados permitiram observar diferenças claras entre os três materiais, possibilitando a seleção adequada de acordo com a necessidade da aplicação e fornecendo uma análise comparativa consistente.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, F. R. *Estudo comparativo de propriedades mecânicas de peças impressas em 3D utilizando PLA, ABS e PETG*. São Paulo: SENAI-SP Editora, 2020.

ISO. ISO 527-1:2019 — *Plastics — Determination of tensile properties — Part 1: General principles*. Geneva: International Organization for Standardization, 2019.

LIRA, V. M. *Processos de fabricação por impressão 3D: tecnologia, equipamentos, estudo de caso e projeto de impressora 3D*. São Paulo: Blucher, 2020.

MANO, E. B.; MENDES, L. C. *Introdução a polímeros*. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2015.



Esta obra está licenciada com Licença [Creative Commons Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).
[Recebido/Received: Abril 30, 2023; Aceito/Accepted: Agosto 29, 2023]