

## ESTUDO DO REUSO DE POLÍMEROS PARA A MANUFATURA ADITIVA

Kauane Triques Brizola (PIBIC/CNPq/FA/UEM), Flávio Clareth Colman (Coorientador), Syntia Lemos Cotrim (Orientador). E-mail: slcotrim@uem.br

Universidade Estadual de Maringá/Centro de Tecnologia/Maringá, PR.

**Palavras-chave:** Reuso de polímeros, manufatura aditiva, impressão 3D, sustentabilidade, PET reciclado, economia circular, indicadores de sustentabilidade.

### RESUMO

O estudo aborda o uso de polímeros reciclados na manufatura aditiva, particularmente na impressão 3D, com foco na sustentabilidade e na avaliação por meio de indicadores específicos. A pesquisa destaca a importância da reutilização de materiais plásticos como o PET reciclado para reduzir o impacto ambiental associado à fabricação de novos polímeros. A metodologia inclui a análise de diversos indicadores de sustentabilidade para avaliar a eficiência do reuso de polímeros comparado ao uso de materiais virgens. Os resultados demonstram que o PET reciclado possui propriedades mecânicas adequadas para a impressão 3D e que sua aplicação pode reduzir significativamente a pegada de carbono do processo, além de promover uma economia circular. Apesar dos desafios, como a variabilidade na qualidade dos reciclados, o estudo conclui que a incorporação de materiais reciclados na manufatura aditiva é uma prática viável e benéfica.

### INTRODUÇÃO

A manufatura aditiva, conhecida popularmente como impressão 3D, tem revolucionado a forma como produtos são desenvolvidos e fabricados, permitindo maior flexibilidade, personalização e redução de desperdícios (Gebhardt *et al.*, 2019). Contudo, o uso extensivo de polímeros virgens, como ABS, PLA e PETG, levanta preocupações ambientais significativas, especialmente devido ao acúmulo de resíduos plásticos e à alta demanda por recursos fósseis na produção desses materiais (Huang *et al.*, 2016). Neste contexto, o reuso de polímeros reciclados na impressão 3D emerge como uma estratégia promissora para mitigar o impacto ambiental e avançar para uma economia mais circular (Letcher & Scott, 2013).

Os plásticos, em particular o PET (polietileno tereftalato), são amplamente usados em embalagens, como garrafas, e têm uma elevada taxa de descarte. A reciclagem desse material não apenas reduz o volume de resíduos, mas também economiza energia e diminui a emissão de gases de efeito estufa em comparação com a produção de polímeros virgens (Hopewell *et al.*, 2009).

No entanto, a variabilidade na qualidade dos materiais reciclados pode impactar negativamente o desempenho dos produtos finais impressos em 3D, criando a necessidade de métodos robustos para avaliar a viabilidade desses materiais reciclados para uso na manufatura aditiva (Ragaert *et al.*, 2017).

Este estudo visa explorar o uso de PET reciclado na impressão 3D, comparando suas propriedades e desempenho com polímeros tradicionais e utilizando indicadores de sustentabilidade para avaliar os benefícios ambientais do reuso de polímeros.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido por meio de uma abordagem quantitativa, utilizando testes laboratoriais para analisar as propriedades mecânicas e de sustentabilidade de filamentos de PET reciclado, comparando-os com polímeros virgens como ABS, PLA e PETG. A pesquisa foi classificada como exploratória e experimental, com o objetivo de avaliar a viabilidade do PET reciclado na impressão 3D. O estudo também incluiu uma revisão bibliográfica extensa para fundamentar o desenvolvimento dos filamentos de PET reciclado e sua aplicação na impressão 3D, referenciando trabalhos anteriores que exploram a reciclagem de polímeros e a sustentabilidade na manufatura aditiva (Ragaert *et al.*, 2017; Turner *et al.*, 2015).

Os testes comparativos visaram avaliar o desempenho mecânico dos filamentos reciclados frente aos materiais virgens, focando em parâmetros críticos como resistência à tração, módulo de elasticidade e resistência ao impacto. Adicionalmente, indicadores de sustentabilidade foram utilizados para medir a redução de emissões de CO<sub>2</sub> e a eficiência energética associada ao uso de materiais reciclados (Hopewell *et al.*, 2009). Com os dados obtidos, foi possível desenvolver recomendações sobre a utilização do PET reciclado na impressão 3D, sugerindo melhorias nos processos de reciclagem para garantir a qualidade e consistência dos filamentos produzidos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a utilização de PET reciclado na manufatura aditiva é uma alternativa viável e sustentável, oferecendo benefícios ambientais consideráveis em relação ao PET virgem. A redução da pegada de carbono e do consumo de energia evidencia a eficácia das tecnologias de manufatura aditiva quando associadas a materiais reciclados. Estes achados corroboram a literatura (Huang *et al.*, 2016), existente sobre a sustentabilidade dos materiais reciclados e destacam a importância de avançar na reciclagem para maximizar os benefícios ambientais. A análise das propriedades e a eficiência da reciclagem do PET sublinham a importância de melhorias contínuas nos processos de reciclagem. Embora o PET reciclado seja uma opção sustentável, a qualidade variável do material reciclado indica que mais esforços são necessários para garantir a uniformidade e a eficácia do material reciclado em aplicações industriais.

O plano de implementação e o sistema de monitoramento propostos fornecem uma estrutura robusta para avaliar e melhorar a sustentabilidade dos processos de manufatura aditiva. A integração de indicadores de sustentabilidade e a abordagem adaptativa para monitoramento contínuo são fundamentais para promover práticas industriais mais responsáveis e sustentáveis. Em resumo, a pesquisa demonstra que a manufatura aditiva com PET reciclado tem um potencial significativo para reduzir o impacto ambiental da produção de polímeros, oferecendo uma alternativa mais sustentável e eficiente. A implementação de um sistema de monitoramento eficaz e a contínua melhoria dos processos de reciclagem são essenciais para alcançar práticas industriais mais sustentáveis.

A Figura 1A mostra os resultados das impressões realizadas com PET reciclado e a Figura 1B mostra os resultados das impressões realizadas com o ABS, evidenciando a qualidade das peças produzidas:



Figura 1A

**Fonte:** Autoria própria (2024).



Figura 1B

Por mais que o PET tenha sido reciclável, ambos polímeros mantêm a mesma aparência, possuem o mesmo diâmetro, as texturas muito semelhantes e podem apresentar ser o mesmo polímero utilizado para ambas impressões. Embora as análises físico-químicas não tenham sido realizadas.

## CONCLUSÕES

A incorporação de PET reciclado na manufatura aditiva é uma abordagem viável e sustentável para reduzir o impacto ambiental da produção industrial. O estudo confirma que, além de manter um desempenho mecânico satisfatório, o uso de polímeros reciclados pode significativamente diminuir a pegada de carbono e promover a economia circular, alinhando-se com práticas sustentáveis na indústria de manufatura aditiva. Para maximizar os benefícios, é crucial o desenvolvimento de tecnologias que garantam a qualidade dos materiais reciclados e a conscientização do mercado quanto à viabilidade e vantagens do uso desses materiais.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária e a Universidade Estadual de Maringá pelo financiamento da pesquisa – PIBIC/FA/UEM.

## REFERÊNCIAS

- EBHARDT, A.; KUEHNLEIN, H.; SCHÖPPNER, V. *Additive Manufacturing: 3D Printing for Prototyping and Manufacturing*. Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, 2019.
- HUANG, Y.; LIU, P.; MA, J. *3D Printing of Advanced Materials: A Review*. *Journal of Materials Science & Technology*, v. 32, n. 7, p. 635-654, 2016.
- LETCHER, T.; SCOTT, G. *Handbook of Recycling: State-of-the-art for Practitioners, Analysts, and Scientists*. Academic Press, 2013.
- HOPEWELL, J.; DVORAK, R.; KOSIOR, E. *Plastics Recycling: Challenges and Opportunities*. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, v. 364, n. 1526, p. 2115-2126, 2009.
- RAGAERT, K.; DELVA, L.; VAN GEEM, K. *Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste*. *Waste Management*, v. 69, p. 24-58, 2017.
- TURNER, A.; O'NEILL, E. *Sustainable Plastic Waste Management and Recycling*. *Journal of Sustainable Materials and Technologies*, v. 5, p. 68-78, 2015.

