

## **CONFEÇÃO DE FILAMENTOS À BASE DE ZNO COM EXTRUSORA MONOROSCA PARA IMPRESSÃO 3D**

CLARA VAZ BARBOSA<sup>1</sup>; CHIARA DAS DORES DO NASCIMENTO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Católica de Pelotas – clara.barbosa@sou.ucpel.edu.br

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pelotas – chiaradnascimento@gmail.com

### **1. INTRODUÇÃO**

A impressão 3D, associada à manufatura aditiva (AM), vem se consolidando como uma tecnologia versátil, aplicável desde o desenvolvimento de dispositivos biomédicos até setores como a indústria automotiva e aeroespacial. No contexto de materiais poliméricos, a AM tem permitido avanços significativos na formulação de compósitos, visando melhorar propriedades químicas, mecânicas e funcionais, possibilitando a produção de materiais biodegradáveis e sustentáveis (SHAQOUR *et al.*, 2021).

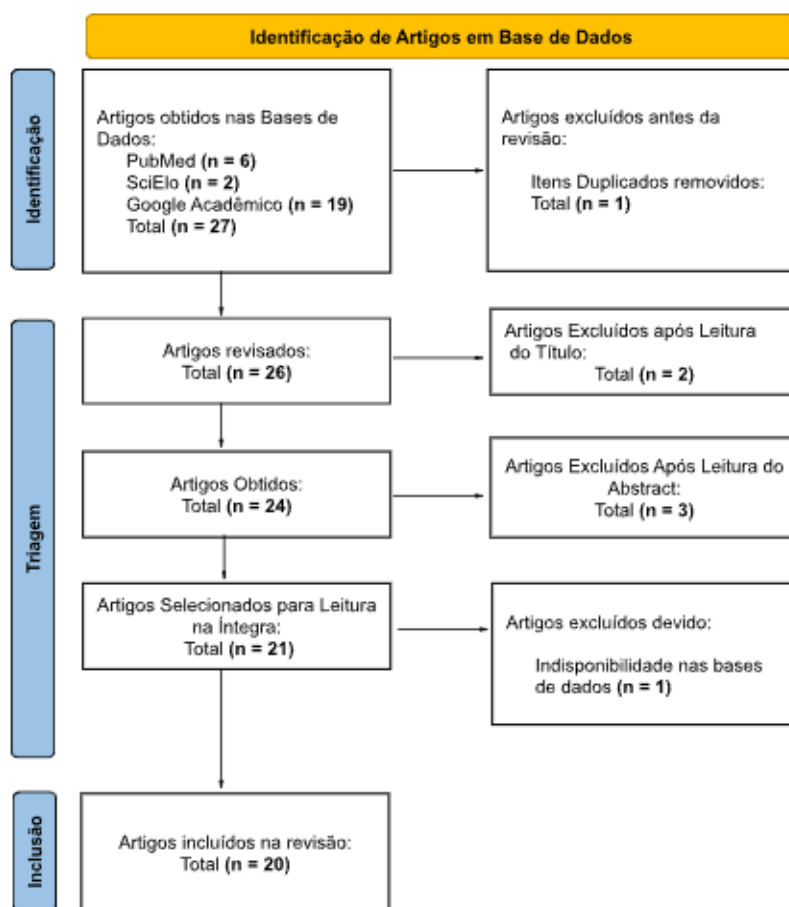
Para a fabricação de filamentos destinados à impressão 3D com aplicação biomédica, a seleção do polímero, do tipo de extrusora e dos parâmetros de processamento é determinante. As extrusoras monoroscas, de menor custo e adequadas a polímeros sensíveis ao cisalhamento, são amplamente empregadas na produção de filamentos, sejam compósitos ou blendas (NETO *et al.*, 2025). Nesse cenário, este trabalho investigou o uso do óxido de zinco (ZnO) na formulação de filamentos poliméricos produzidos por extrusora monorrosca, visando aplicações biomédicas, com ênfase na análise dos processos de fabricação.

### **2. METODOLOGIA**

Foi conduzida uma revisão sistemática entre junho e julho de 2025, utilizando as bases de dados: SciELO, PubMed e Google Acadêmico. Foram adotados os descritores: Filaments, Biocomposite, Single Screw Extruder, Zinc Oxide e ZnO. Após a triagem, 20 artigos atenderam aos critérios de inclusão, sendo analisados segundo as diretrizes PRISMA para revisões sistemáticas.

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Inicialmente, 27 artigos foram obtidos, dos quais 1 era duplicata, resultando em 26 artigos. Após criterioso processo de triagem e inclusão, 20 artigos foram incluídos na revisão. O processo de triagem pode ser acompanhado na íntegra através do fluxograma PRISMA (Figura 1).



**Figura 1: Fluxograma PRISMA (2020) expondo os resultados da revisão**

O levantamento revelou que PLA, ABS e PP são os polímeros mais empregados na produção de filamentos para impressão 3D devido à sua versatilidade como matriz para compósitos e blendas (ALTAN; YILDIRIM, 2012; JAMNONGKAN *et al.*, 2022; AHMAD *et al.*, 2023; SIDDIQUI *et al.*, 2024; CURMI; ROCHMAN, 2025; NETO *et al.*, 2025). O ZnO destaca-se por suas propriedades antibacterianas, biocompatibilidade e potencial de melhoria mecânica e térmica (VIDAKIS *et al.*, 2022; GUO *et al.*, 2025).

Os principais parâmetros de extrusão reportados incluem temperatura, velocidade da rosca, diâmetro do bico, pressão e viscosidade de fusão, além da taxa de alimentação. A dispersão homogênea do ZnO, a utilização de compatibilizantes e a otimização da carga (m/m) são fatores críticos para garantir a estabilidade e o desempenho do filamento (VIDAKIS *et al.*, 2020; RIGAL-CEDEÑO *et al.*, 2022; ALMESHARI *et al.*, 2023; FU *et al.*, 2023; JASH *et al.*, 2024; LU *et al.*, 2025).

#### 4. CONCLUSÕES

O uso de ZnO na produção de filamentos para impressão 3D representa um avanço estratégico no desenvolvimento de materiais sustentáveis e funcionalizados para aplicações biomédicas. A combinação adequada de formulação e parâmetros de extrusão permite ampliar o potencial de uso desses materiais, contribuindo para o desenvolvimento de dispositivos com propriedades otimizadas e alinhadas às demandas clínicas.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABEYKOON, C. *Single screw extrusion control: A comprehensive review and directions for improvements*. **Control Engineering Practice**, v. 51, p. 69–80, jun. 2016.

AHMAD, M. *et al.* *A Review of Natural Fiber-Based Filaments for 3D Printing: Filament Fabrication and Characterization*. **Materials**, v. 16, n. 11, 2023.

ALMESHARI, B. *et al.* *Fabrication of short carbon fiber-reinforced polypropylene filaments for 3D printing applications*. **Journal of Materials Research and Technology**, v. 27, p. 1957–1965, 2023.

ALTAN, M.; YILDIRIM, H. *Effects of compatibilizers on mechanical and antibacterial properties of injection molded nano-ZnO filled polypropylene*. **Journal of Composite Materials**, v. 46, n. 25, p. 3189–3199, 15 fev. 2012.

CURMI, A.; ROCHMAN, A. *Screw extrusion fused granulate Fabrication: Trends, materials, extruder classification and future development*. **Polymer**, v. 330, p. 128459, jun. 2025.

FABIJAŃSKI, M. *Study of the Single-Screw Extrusion Process Using Polylactide*. **Polymer**, v. 15, n. 19, p. 3878, 25 set. 2023.

FU, Y. *et al.* *Microstructure and mechanical properties of 3D-printed short carbon fiber reinforced PEEK composites*. **Composites Communications**, v. 45, p. 101828, 2023.

GUO, W. *et al.* *Development of a PLA/ZnO Whisker/BN Nanosheet Composite Bone Scaffold for 3D Printing*. **Composites Communications**, v. 46, p. 101831, 2025.

HACHIMI, T. *et al.* *Design and Manufacturing of a 3D printer filaments extruder*. **Procedia Structural Integrity**, v. 33, p. 907–916, 2021.

JAMNONGKAN, T. *et al.* *A Comprehensive Evaluation of Mechanical, Thermal, and Antibacterial Properties of PLA/ZnO Nanoflower Biocomposite Filaments for 3D Printing Application*. **Polymer**, v. 14, n. 3, p. 600–611, 2 fev. 2022.

JASH, C. *et al.* *Preparation of poly(lactic acid) nanocomposite filaments with zinc oxide nanoparticles for fused filament fabrication 3D printing process*. **Progress in Additive Manufacturing**, v. 9, p. 156–174, 2024.

LU, S. *et al.* *Analysis of mechanical properties of short carbon fibre reinforced poly-ether-ether-ketone composites fabricated by a screw extrusion additive manufacturing process*. **Polymer Testing**, v. 138, p. 108502, 2025.

NETO, T. DA S. *et al.* *Enhancing PLA Filament Biocompatibility by Introducing ZnO and Ketoprofen*. **Journal of Inorganic and Organometallic Polymers and Materials**, v. 35, n. 1, p. 245–260, 2 ago. 2024.

NETTO, J. M. J. et al. *Screw-assisted 3D printing with granulated materials: a systematic review*. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 115, p. 2711–2727, 1 jun. 2021.

RIGAL-CEDEÑO, A. et al. *Energy Demand Effect of Nanoclay Addition on Extrusion of rHDPE/rPP*. **Energies**, v. 15, n. 15, p. 5565, 2022.

SHAQOUR, B. et al. *Gaining a better understanding of the extrusion process in fused filament fabrication 3D printing: a review*. **The International Journal of Advanced Manufacturing Technology**, v. 114, p. 1279–1291, 2 abr. 2021.

SIDDIQUI, M. A. S. et al. *Biodegradable natural polymers and fibers for 3D printing: A holistic perspective on processing, characterization, and advanced applications*. **Cleaner Materials**, v. 14, p. 100275, 30 out. 2024.

VIDAKIS, N. et al. *Fabrication of ABS-based nanocomposite and microcomposite filaments with zinc oxide particles for fused filament fabrication 3D printing*. **Micromachines**, v. 11, n. 6, p. 615, 2020.

VIDAKIS, N. et al. *A study of 3D printing technology with polyelectrolyte high-density polyethylene-zinc oxide nanocomposite filaments for biomedical applications*. **Journal of Composites Science**, v. 6, n. 4, p. 118, 2022.

YADAV, A. et al. *Fused filament fabrication: A state-of-the-art review of the technology, materials, properties and defects*. **International Journal on Interactive Design and Manufacturing**, v. 17, n. 6, p. 2867–2889, 24 ago. 2022.