cbecimat26
26° Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais
22 a 26 de novembro de 2026
Costão do Santinho
Florianópolis-SC

Revisão Abrangente sobre a Fabricação do Aço Inoxidável 17-4 PH por Fusão em Leito de Pó a Laser (LPBF)

Wenio Fhara Alencar Borges[1]; Isaac Araujo Furtado[2]; Samuel Filgueiras Rodrigues[1,2]

1. PPGCM - Universidade Federal do Piauí (UFPI); 2. Instituto Federal do Maranhão (IFMA)

Introdução

A manufatura aditiva de metais tem avançado significativamente em diferentes setores industriais, permitindo a fabricação de componentes com geometrias complexas, maior liberdade de projeto e redução do desperdício de material [1,2]. Entre suas tecnologias, a fusão em leito de pó por laser (*Laser Powder Bed Fusion – LPBF*) destaca-se pela capacidade de produzir componentes metálicos de elevada complexidade geométrica e com potencial de atender a requisitos específicos de desempenho [3–9].

Nesse contexto, o aço inoxidável endurecível por precipitação 17-4 PH apresenta grande relevância tecnológica devido à combinação de elevada resistência mecânica, boa resistência à corrosão e custo competitivo, sendo amplamente investigado para aplicações estruturais e funcionais [13–15].

Processo de Fabricação LPBF

O processo LPBF consiste na deposição sucessiva de finas camadas de pó metálico sobre uma plataforma de construção, seguida da fusão seletiva das regiões definidas pelo modelo CAD por meio de um feixe laser de alta densidade de energia. Esse ciclo é repetido até a obtenção do componente final [10–12].

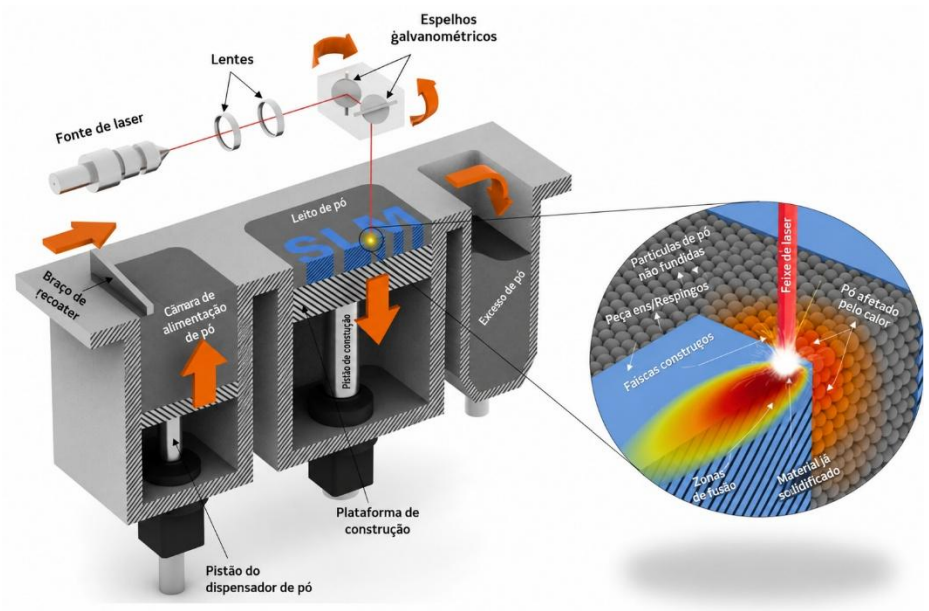


Figura 1 – Representação esquemática do processo de fabricação por fusão em leito de pó a laser (LPBF). Adaptado de [9].

Desafios Microestruturais do Aço 17-4 PH

As elevadas taxas de resfriamento (da ordem de 10^5 - 10^6 K/s), os intensos gradientes térmicos e os ciclos sucessivos de aquecimento e resfriamento característicos do LPBF favorecem a formação de microestruturas complexas e heterogêneas. Essas condições podem promover transformações de fase fora do equilíbrio, segregação química, formação de defeitos e alterações na distribuição de precipitados. No aço 17-4 PH, essas particularidades geram variações na constituição de fases, especialmente na formação e estabilidade da austenita retida, na transformação martensítica e na resposta aos tratamentos térmicos posteriores [13–15].

Fatores que Influenciam a Microestrutura

A evolução microestrutural do aço 17-4 PH fabricado por LPBF está associada à interação entre diferentes variáveis de processamento e características do material.

Entre os principais fatores investigados, destacam-se: **Características do pó:** composição química, distribuição granulométrica e morfologia das partículas [14]. **Parâmetros de processamento:** potência do laser, velocidade de varredura e espaçamento entre trilhas, que influenciam o comportamento térmico e a formação das poças de fusão [16,17]. **Estratégias de varredura e orientação de construção:** influenciam a história térmica, a formação de textura e a heterogeneidade microestrutural [4,16]. **Tratamentos térmicos:** modificam a constituição de fases e a precipitação, afetando a resposta mecânica do material [13].

Lacunas Científicas e Perspectivas Futuras

A ausência de condições padronizadas de processamento e a variabilidade das técnicas de caracterização dificultam o estabelecimento de relações quantitativas e transferíveis entre processamento, microestrutura e propriedades.

Nesse sentido, torna-se necessário aprofundar a compreensão dos mecanismos de transformação de fases, formação de defeitos e precipitação, visando ao maior controle microestrutural e à confiabilidade dos componentes fabricados por manufatura aditiva [13–19].

Referências

[4] TSAI, C. et al. Synchronized multi-spot scanning strategies for the laser powder bed fusion process. Additive Manufacturing, v. 27, p. 1–7, 2019.

[9] MOSALLANEJAD, M. H. et al. Additive manufacturing of titanium alloys: processability, properties, and applications. Advanced Engineering Materials, v. 25, 2301122, 2023.

[15] HU, Z. et al. Experimental investigation on selective laser melting of 17-4 PH stainless steel. Optics & Laser Technology, v. 87, p. 17–25, 2017.

As referências completas podem ser acessadas pelo *QR Code*: