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

Processamento e análise microestrutural de material metálico impresso em 3D por meio do filamento Ultrafuse 316L

Bruno Resende Buzatti[1]; Bianca Dias Rocha[1]; Artur Mariano de Sousa Malafaia[1].

1.Universidade Federal de São João del-Rei

Introdução

A manufatura aditiva por extrusão de material (FDM) com filamentos metálicos, como o Ultrafuse 316L (90% em massa de pó), dispensa laser e atmosfera inerte na impressão, como visto em Thompson et al. (2019), mas exige debinding e sinterização, etapas que definem a porosidade e a qualidade superficial da peça (Jansa et al., 2023).

Objetivos

Desenvolver a rota de fabricação com equipamentos de baixo custo e caracterizar a microestutura após cada etapa por MEV e EDS.

Metodologia

As amostras foram impressas em Ultrafuse 316L (Creality Ender 3 V3-KE; bico 290 °C, mesa 105 °C, fluxo 103%), submetidas a debinding químico com vapor de HNO_3 (N_2 à 0,5 L/min, ácido a 65 °C, câmara a 120 °C) e a debinding térmico e sinterização em sequência sob argônio: 4 °C/min até 600 °C (60 min), até 1380 °C (180 min) e resfriamento a 4 °C/min. A seção transversal foi lixada, polida e analisada por MEV e EDS (Hitachi TM3000).

Resultados e Discussão

A peça impressa apresenta partículas metálicas de 316L, de tamanhos variados, bem distribuídas na matriz polimérica (Fig. 1a). Após o debinding químico, restou uma rede aberta de partículas sem pescoços de sinterização, com material escuro nas frestas, compatível com o ligante residual (Fig. 1b). Após a sinterização (Fig 1c), a seção é densa com uma zona superficial de ~100 µm de aspecto distinto, como visto em Kukla (2017).. O EDS mostrou, na faixa superficial, uma rede e uma camada externa ricas em Cr, Mn e O, com pouco Fe, compatíveis com óxido de Cr/Mn (Figura 2).

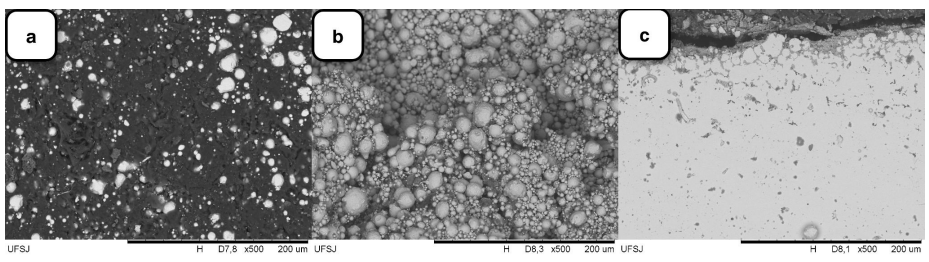


Figura 1. Análise de MEV das amostras: (a) impressa; (b) após *debinding* químico; (c) sinterizada

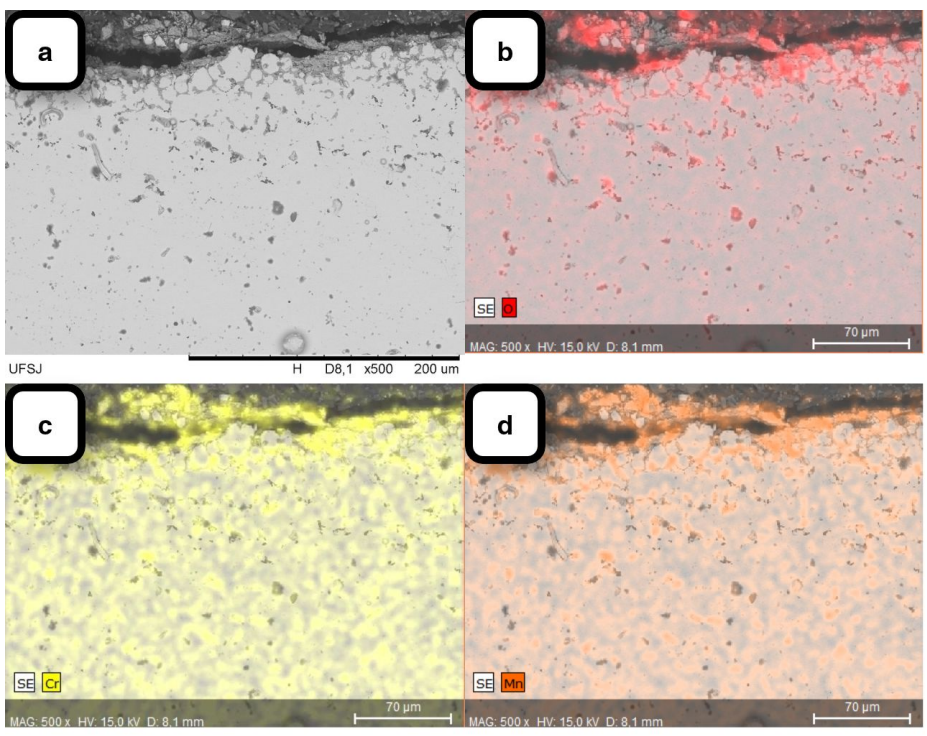


Figura 2. Análise da seção transversal da amostra sinterizada: (a) MEV; (b) Mapa de O; (c) Mapa de Cr; (d) Mapa de Mn

Conclusões

O processo FDM, debinding e sinterização em argônio resultou em peças de 316L com núcleo denso (porosidade estimada em ~1–2%) e composição compatível com a liga. A perda de massa no debinding químico foi ligeiramente superior à esperada (~10,84%), compatível com ataque superficial parcial por HNO_3, e a superfície apresenta uma zona de ~100 µm mais porosa, com rede de óxido rico em Cr e Mn, não detectada após o debinding químico e provavelmente formada nas etapas térmicas. O controle do debinding químico e da atmosfera de sinterização é crítico e deve ser considerado nos ensaios de oxidação a alta temperatura

Referências e Agradecimentos

JANSA, Jan et al.. Journal of Manufacturing Processes, v. 88, p. 232-245, 2023.
THOMPSON, Yvonne et al.. Additive Manufacturing, v. 30, art. 100861, 2019.
KUKLA, Christian et al. AIP Conference Proceedings, v. 1914, art. 190006 , 2017.

CAPES mecpet FAPEMIG UFSJ CNPq OCA fnde