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

Caracterização Microestrutural e Mecânica do Aço 17-4 PH Produzido por LPBF Após Exposição a Ciclos Térmicos da ZTA

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

O aço inoxidável 17-4 PH produzido por LPBF apresenta características microestruturais associadas à solidificação rápida. Entretanto, ciclos térmicos de soldagem podem modificar sua microestrutura e propriedades mecânicas [1-3]. Assim, compreender o comportamento do material na Zona Termicamente Afetada (ZTA) é fundamental para avaliar sua integridade e desempenho em aplicações industriais.

Objetivos

Investigar os efeitos de ciclos térmicos simulados da ZTA sobre a microestrutura e as propriedades mecânicas do aço inoxidável 17-4 PH produzido por LPBF.

Metodologia

Amostras retangulares (10×10×60 mm) de aço inoxidável 17-4 PH produzidas por LPBF foram submetidas a ciclos térmicos controlados em uma máquina Gleeble, simulando condições representativas da ZTA.



Figura 1 – Corpos de prova de aço 17-4 PH produzidos por LPBF.

Foram avaliadas diferentes temperaturas máximas e condições de resfriamento. Após os tratamentos, as amostras foram submetidas à caracterização microestrutural por EBSD e a ensaios mecânicos de tração e impacto.

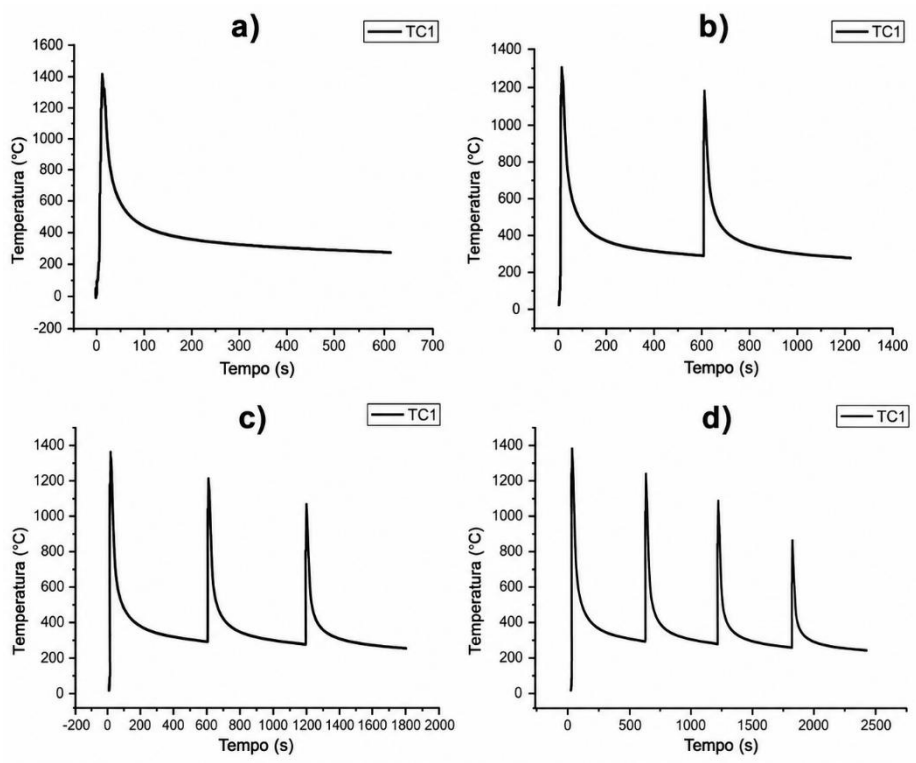


Figura 2 – Ciclos térmicos simulados na Gleeble 563 para diferentes números de passes de soldagem.

Foram utilizados o modelo Rykalin-2D, pré-aquecimento de 200 °C, taxa de aquecimento de 200 °C/s e três amostras por condição.

Resultados e Discussão

Comportamento mecânico: tração e impacto

Os ensaios de tração apresentaram *tensão máxima média* de **774,67 MPa** e *tensão de escoamento média* de **654,48 MPa**, com *deformação na ruptura média* de **12,37%**. O corpo de prova **CP1-2** apresentou os maiores valores de *resistência mecânica*, atingindo **811,29 MPa** de tensão máxima.

Nos ensaios de impacto, a *energia absorvida* variou entre **3,5** e **5,3 J**, com *média* de **4,48 J**. O **CP1-4** apresentou a *maior absorção de energia* (**5,3 J**), embora tenha registrado os *menores valores de resistência à tração*.

Caracterização Microestrutural e Textura Cristalográfica

O CP1-1 apresentou uma textura cristalográfica mais intensa, características colunares mais pronunciadas e maior desorientação cristalográfica local.

Em contrapartida, o CP1-4 apresentou uma textura mais fraca, grãos mais finos e homogêneos e menor desorientação cristalográfica local.

Parâmetro	CP1-1	CP1-4	Alteração (CP1-1 → CP1-4)
Tamanho Médio de Grão (μm)	2.37 μm	1.92 μm	⬇ 19.0% (de 2.37 μm para 1.92 μm)
Desorientação Cristalográfica Local (KAM Médio) (°)	0.852 °	0.790 °	⬇ 7.3% (de 0.852° para 0.790°)

Em comparação com o CP1-1, o CP1-4 apresenta um **tamanho médio de grão menor** e uma **KAM mais baixa**.

Figura 3 – Comparação do tamanho médio de grão e da desorientação cristalográfica local média (KAM) entre os corpos de prova CP1-1 e CP1-4.

Conclusões

Tração: O CP1-2 apresentou a maior resistência mecânica (811,29 MPa), enquanto o CP1-4 apresentou a menor (727,69 MPa). **Impacto:** O CP1-4 apresentou a maior energia absorvida (5,3 J), indicando melhor resposta ao impacto entre as amostras avaliadas. **EBSD:** O CP1-4 apresentou redução de 19,0% no tamanho médio de grão e de 7,3% na KAM, em comparação ao CP1-1.

Referências

[1] MOYLE, M. S. et al. Effect of compositional variations on the heat treatment response in 17-4 PH stainless steel fabricated by laser powder bed fusion. Materials Characterization, v. 209, 113768, 2024.

[2] VUNNAM, S. et al. Effect of powder chemical composition on the as-built microstructure of 17-4 PH stainless steel processed by selective laser melting. Additive Manufacturing, v. 30, 100876, 2019.

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