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

INFLUÊNCIA DA MICROADIÇÃO DE NIÓBIO E DAS VARIÁVEIS TÉRMICAS DE SOLIDIFICAÇÃO NA MICROESTRUTURA E PROPRIEDADES DA LIGA CuMn11Al8Fe3Ni3

Paulo Henrique Tedardi do Nascimento[1],[2],[4]; Vinicius Torres dos Santos[2]; Marcio Rodrigues da Silva[2]; Fernanda Novaes Santos[1]; Daniel Augusto de Souza Borges[1]; Mauricio Silva Nascimento[3]; Danielle Cristina Camilo Magalhães[5]; Givanildo Alves dos Santos[3]; Anibal de Andrade Mendes Filho[4]; Antonio Augusto Couto[1]

[1] Mackenzie | [2] Termomecanica | [3] Instituto Federal de São Paulo (IFSP) | [4] Universidade Federal do ABC (UFABC) | [5] Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR)

Introdução

Os bronzes alumínio-manganês (CuMn11Al8Fe3Ni3) são usados em hélices navais, mancais e componentes de alta carga, e suas propriedades dependem da microestrutura formada na solidificação. O nióbio, com baixa solubilidade no cobre e alta afinidade por Fe e Al, pode favorecer precipitados estáveis e refino, mas seu papel em ligas Cu–Al–Mn sob solidificação controlada ainda é pouco compreendido.

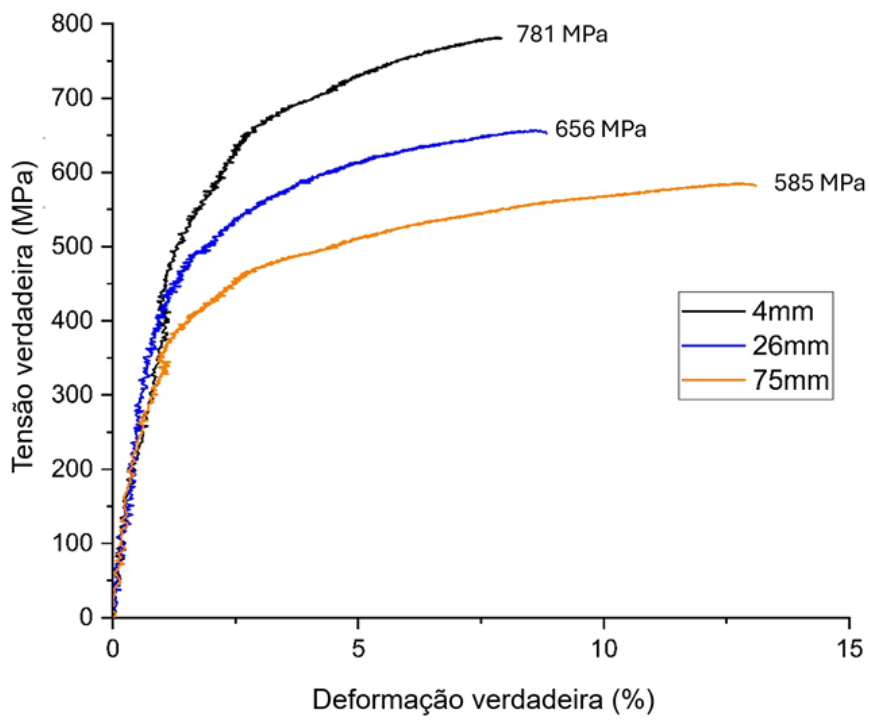
Objetivos

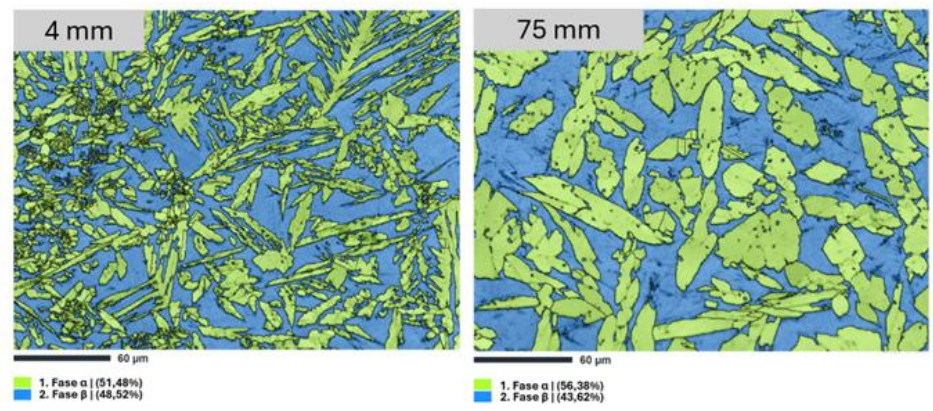
Investigar como a microadição de Nb e as variáveis térmicas de solidificação (VL, GL e TR) influenciam a microestrutura, as fases e as propriedades mecânicas (dureza e tração) da liga CuMn11Al8Fe3Ni3 processada por solidificação unidirecional ascendente.

Metodologia



Resultados e Discussão





- Térmico: a taxa de resfriamento caiu de 13,72 °C/s (4 mm) para 0,41 °C/s (75 mm). O teor de Nb caiu de 0,30 para 0,19% em massa.
- Microestrutura: alta taxa de resfriamento gerou α Widmanstätten mais fina e mais β metaestável retida (48,5% a 4 mm contra 43,6% a 75 mm). O Nb aparece principalmente como partículas ricas em Fe–Nb–Al, mais finas e dispersas perto da base.
- EBSD: maior KAM (densidade de discordâncias) e orientações mais diversas perto da base; textura mais forte a 75 mm.
- Propriedades: dureza de 209 para 175 HB e tensão verdadeira máxima de 781 para 585 MPa, da base ao topo. A ductilidade foi maior no topo (~13% de deformação), onde a resistência é menor.

Conclusões

- A taxa de resfriamento é o principal fator de controle da microestrutura e das propriedades.
- O Nb não se dissolve na matriz de Cu; forma partículas ricas em Fe–Nb–Al nas regiões interdendríticas.
- O Nb atua como modificador complementar, principalmente sob altas taxas de resfriamento (refino, retenção de β e endurecimento).
- Há um gradiente de resistência e ductilidade ao longo do lingote: base mais resistente, topo mais dúctil.

Referências e Agradecimentos

LUCA, R. de et al. Correlation of solidification thermal variables with microstructure and hardness in CuMn11Al8Fe3Ni3 manganese–aluminum–bronze alloy.

LABARI, C. et al. The effect of kappa phases on tribocorrosion behaviour of nickel aluminum bronze (NAB) and manganese aluminum bronze (MAB).

XU, S. et al. The effects of Nb additions on the microstructure evolution in Cu–9Ni–6Sn alloy.

Agradecimentos: Termomecanica São Paulo S.A., CPDE, IFSP (fundição das amostras), UFSCar (EBSD), UFABC (ensaios de tração) e CBMM (liga-mãe de Nb).