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

Comparação da microestrutura duplex da liga FeAlNbC submetida a têmperas e recozimentos.

Oliveira, G. A[1] .; Carvalho, J. C. S.[1]; Aguilera, L. S.[2]; Pimenta, A. R.[3]; Baêta Júnior, E. S.[13].
1.Faculdade de Engenharia,Uerj ; 2.Instituto Politécnico,Uerj ; 3.Programa de Pós-Graduação, Faculdade de Engenharia,Uerj.

Introdução

Aços de baixa densidade Fe-Al-Nb-C são promissores para aplicações estruturais, como a automotiva e a aeroespacial, que exigem redução de massa aliada a alta resistência e ductilidade. A microestrutura em alta temperatura é duplex (ferrita-δ e austenita), e os constituintes finais dependem da composição e do resfriamento: taxas baixas favorecem ferrita-α e o microconstituinte ferrita-α + carboneto κ, enquanto taxas altas favorecem martensita e austenita retida. Assim, a constituição final não é descrita apenas pelo sistema Fe-C convencional. O Al estabiliza a ferrita, reduz a densidade e promove a formação do carboneto κ; Mn e C estabilizam a austenita; e o Nb pode precipitar como NbC, influenciando a recristalização.

Objetivos

Este trabalho visa avaliar a influência de diferentes tratamentos térmicos sobre a evolução microestrutural do aço de baixa densidade Fe-7,1Al-0,7Mn-0,4C-0,3Nb-0,75Mn, correlacionando essas diferentes condições de resfriamento com as fases e constituintes formados por meio de técnicas de caracterização microestrutural e cristalográfica.

Metodologia

As amostras foram redimensionadas e aquecidas a 900 ºC por 1 hora em forno para austenitização. Em seguida, foram submetidas a quatro condições de resfriamento com taxas de resfriamento obtidas: têmpera em água (112.62°C/s) e óleo (29.87°C/s), normalização (0,72 °C/s) e recozimento (0,059°C/s), com resfriamento dentro do forno desligado. A preparação metalográfica consistiu em lixamento (120# a 2000#) e polimento com alumina de 1 µm. As amostras temperadas foram atacadas por meio de ataque eletrolítico com ácido sulfúrico 20% e água destilada 80% e as demais com nital 3%. A caracterização foi conduzida por MEV, EDS e DRX. A dureza foi determinada por microdureza Vickers nas fases.

Resultados e Discussão

Nas amostras de baixa taxa de resfriamento a microestrutura foi formada por ferrita-δ, ferrita-α pró-eutetóide e o microconstituinte eutetóide α+κ, lamelar nas normalizadas e lamelar e globular nas recozidas. Nas de alta taxa de resfriamento a formação de α+κ foi suprimida, resultando em martensita α' lenticular, austenita retida e ferrita-δ, com indícios de martensita α'' na têmpera em água, constituintes com alta dureza comprovados por microdureza nas fases. O EDS indicou NbC nas normalizadas e competição entre $AlFe_3$ e $AlFe_3C$ nas recozidas, aspecto validado pelo DRX.

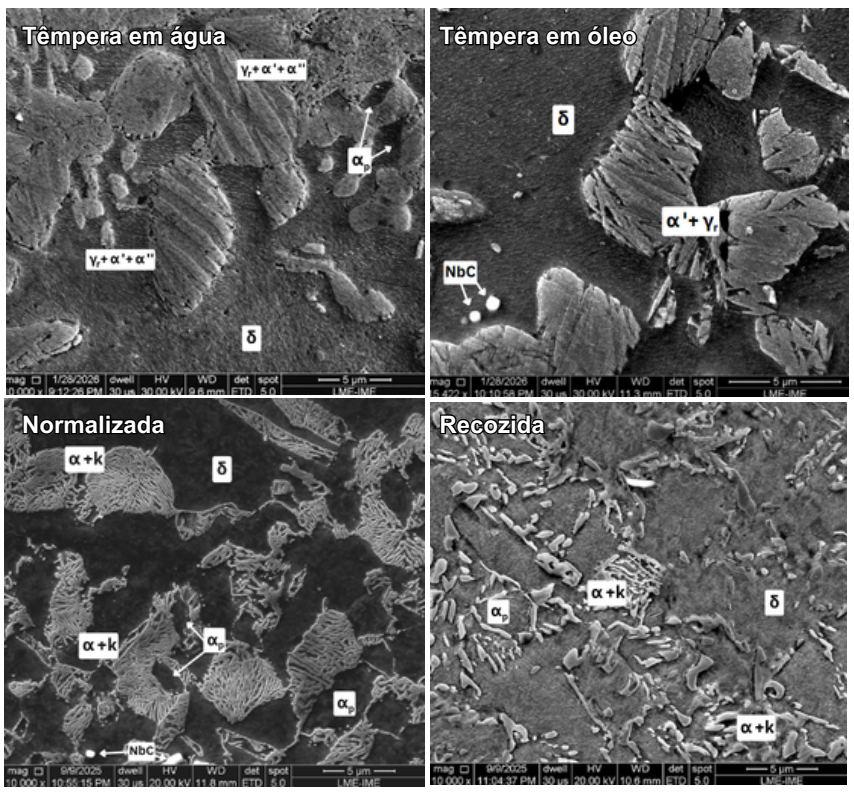


Figura 1. Microsestruturas via MEV/SE para cada condição.

Conclusões

Os resultados obtidos evidenciaram que a taxa de resfriamento influenciam diretamente a microestrutura da liga Fe-0,3Nb-7,0Al-0,45C-0,75Mn, sendo a ferrita-δ mantida como fase matriz em todas as condições avaliadas. Baixas taxas de resfriamento geraram decomposição da austenita no constituinte eutetóide α+κ, predominantemente lamelar na condição normalizada e lamelar/globular na recozida, em altas taxas a supressão da decomposição difusional favoreceu a formação de martensita (α') lenticular com maiores valores de dureza.

Referências e Agradecimentos

GURGEL, M. A. M. et al. Caracterização microestrutural de uma liga Fe-7,1Al-0,7Mn-0,4C-0,3Nb. Matéria, v. 27, n. 2, 2022.
GURGEL, M. A. M. et al. Microstructure and continuous cooling transformation of an Fe-7,1Al-0,7Mn-0,4C-0,3Nb alloy. Metals, v. 12, n. 8, p. 1305, 2022.
CHEN, P.; LI, X.; YI, H. The κ-Carbides in Low-Density Fe-Mn-Al-C Steels: A Review. Metals, v. 10, n. 8, p. 1021, 2020.