

MmePr09-003

Efeitos da Adição de Cromo e Alumínio em Ligas de Alta Entropia do Sistema NbTiCrAl: Desenvolvimento e Caracterização

Mariano, N.A.(1); Borges, S.H.(2); Fernandes, R.(2); Pasini, W.M.(3); Chaia, N.(1); Vilela, V.L.(2);

(1) UNIFAL-MG; (2) UNIFAL; (3) L-KIT;

As Ligas de Alta Entropia, têm se destacado na engenharia de ligas metálicas, devido ao seu potencial de combinação praticamente ilimitado e às inúmeras possibilidades de aplicação. Na metalurgia tradicional, a produção de ligas implica na adição de elementos secundários (soluto) a um elemento primário (solvente), enquanto as Ligas de Alta Entropia combinam vários solventes, resultando em uma liga monofásica de solução sólida simples. Essa configuração possibilita o desenvolvimento de propriedades funcionais específicas, como alta resistência mecânica, ao desgaste, ao calor, boa estabilidade estrutural, resistência à corrosão e oxidação. As ligas refratárias de elementos múltiplos principais, contêm uma alta fração atômica de metais refratários, que as tornam adequadas para aplicações em alta temperatura, resistência à oxidação e densidade elevada. As Ligas Leves de Alta Entropia estão se destacando devido ao seu design leve ($<7\text{g/cm}^3$) e resistente, sendo cruciais para avanços em materiais estruturais de alto desempenho e progresso tecnológico. Diante do vasto espaço composicional a ser explorado, este estudo teve como objetivo produzir e caracterizar ligas do sistema NbTiCrAl para investigar os efeitos da adição de diferentes teores de Cr e Al no sistema binário equimolar Nb-Ti. Os sistemas: 7Nb7Ti; 7Nb7Ti2Cr; 7Nb7Ti2Al; 7Nb7Ti1Cr1Al e 3Nb3Ti1Cr1Al, foram modelados e simulados utilizando métodos preditivos semiempíricos e simulações termodinâmicas baseadas no método CALPHAD. As ligas foram produzidas por fundição em forno a arco elétrico em cadinho de cobre eletrolítico, refrigerado a água, sob atmosfera inerte de argônio e eletrodo não consumível de tungstênio. A caracterização das ligas na condição de bruta fusão foi realizada por microscopia ótica (MO), difração de raios X (DRX) e medidas de Dureza Vickers (HV0.5). Os cálculos e simulações indicaram que todas as ligas propostas apresentaram uma solução sólida BCC (B2) livre de intermetálicos como TCP, Laves e Sigma. No entanto, as curvas de resfriamento fora do equilíbrio mostraram a precipitação, em baixa quantidade ($<10\%$), da fase Laves C14, nas ligas contendo Cr. Os resultados de DRX indicaram a presença apenas da fase BCC (B2), enquanto as análises por MO revelaram uma microestrutura de solução sólida monofásica com morfologia dendrítica. As densidades obtidas pelo refinamento dos espectros de raios X se aproximaram das calculadas pela regra das misturas, diminuindo com a adição de Al e Cr, se mantendo abaixo dos 7g/cm^3 , para todas as condições estudadas. A dureza aumentou com a adição desses elementos, sendo mais pronunciado com a adição de Cr, devido às distorções nas redes cristalinas. Os valores médios de dureza das Ligas 7Nb7Ti; 7Nb7Ti2Cr; 7Nb7Ti2Al; 7Nb7Ti1Cr1Al e 3Nb3Ti1Cr1Al, foram: 157 ± 4 , 324 ± 9 , 250 ± 7 , 298 ± 8 e 387 ± 6 HV0.5, respectivamente. Os métodos CALPHAD e os cálculos preditivos semiempíricos mostraram-se eficazes na exploração das ligas propostas.