

Desenvolvimento de Cerâmicas de Alta Entropia.

Isabela E. Julião.

Resumo

Nesse trabalho buscou-se desenvolver carbetos com o princípio de alta entropia. Para tal, trabalhou-se com 5 carbetos e 5 metais, focando na diferença que os carbetos causavam nas amostras, além de seu comportamento na estrutura da liga. Para caracterizar as microestruturas e composições das fases das ligas, estas foram analisadas por microscopia eletrônica de varredura e difratometria de raios. A caracterização mecânica foi realizada por medidas de microdureza Vickers cuja análise apontou valores na ordem de $389,8 \pm 37,6$ HV, que são comparáveis a algumas ligas de alta entropia formada por metais.

Palavras-chave:

Ligas de Alta Entropia, Propriedades mecânicas, Solução sólida.

Introdução

Estudos recentes de metalurgia e materiais avançados trouxeram à tona as atualmente conhecidas ligas de alta entropia. Diferentemente das ligas comumente utilizadas, as quais costumam ser baseadas em um único elemento principal [1], as ligas de alta entropia ou HEA's (High Entropy Alloys), como são conhecidas, são formadas por 5 ou mais elementos principais, os quais tendem a compor uma solução sólida [2]. Estas estão sendo muito exploradas, principalmente em áreas de estudo de aviação, energia, transportes e manufatura pois atingem propriedades que dificilmente estão simultaneamente presentes em materiais puros, como alta dureza, resistência ao desgaste, à corrosão e à oxidação e alta condutividade [3].

No presente trabalho foram formadas ligas-teste com 5 elementos, dentre eles metais e carbetos, em misturas equimolares, para analisar se estas se comportariam como ligas de alta entropia.

Resultados e Discussão

Todas as ligas do projeto foram fabricadas a partir do processo de metalurgia do pó e eram compostas por 5 elementos, os quais podiam ser apenas metais, apenas carbetos ou uma mistura destes. Após a confecção das amostras, estas eram sinterizadas, com o objetivo de alterar sua microestrutura para obter uma peça sólida coerente. Após o tratamento térmico, forma feita análises de difratometria de raios X para caracterizar a estrutura e a composição de cada amostra, além de microscopia de varredura óptica e teste de micro-dureza Vickers.

Para a liga formada por AlNbTiZn+TiC , tratada a 750°C por 6 h, 12 h e 24 h, é perceptível que houve formação de solução sólida entre os metais Al, Nb e $\text{Ti}\beta$, porém, ainda há duas outras fases isoladas, do TiZn_3 e do TiC . Tentou-se substituir o TiC por NbC realizando os mesmos tipos de tratamentos nesta liga, porém o mesmo ocorreu, havendo formado a mesma solução sólida com picos isolados de NbC e TiZn_3 .

Substituiu-se então o Zn por V, cujo ponto de fusão é superior. A análise do DRX da amostra equimolar de AlNbTiV+TiC tratada a 1000°C por 24h revelou que os metais formaram solução sólida no pico e o carbeto de titânio ficou separado destes. Isso indica que a substituição

do Zn por V foi promissora, visto que as partículas de TiC são mais resistentes ($\text{TiC} \sim 3200$ HV) e funcionariam como barreiras para movimentação de discordâncias.

Por fim, foram fabricadas amostras apenas compostas por carbetos. A análise do DRX demonstrou claramente que para essa condição de tratamento térmico não foi atingido uma condição de solução sólida, princípio básico para liga de alta entropia. Os carbetos não reagiram entre si, mantendo-se cada um em sua condição inicial.

Mediu-se então a micro-dureza da amostra equimolar de AlNbTiVTiC , a qual apresentou os melhores resultados no difratograma, para analisar se isto era condizente com suas propriedades mecânicas. Através do teste de dureza Vickers, obteve-se a dureza média de $389,8 \pm 37,6$ HV.

Conclusões

Os resultados obtidos para o composto AlTiNbZnTiC apresenta a formação de solução sólida com partículas de carbetos dispersas. Medidas de dureza apresentam valores na ordem de $389,8 \pm 37,6$ HV, cujos valores são comparáveis a algumas ligas de alta entropia formada por metais. As análises de imagem mostram um material com alta porosidade, fato esse que pode explicar a baixa dureza obtida.

¹ CABARALLO, T.; DEL CASTILLO, R. D. A criterion for the formation of high entropy alloys based on lattice distortion on Intermetallics, Department of Materials Science and Metallurgy, University of Cambridge, pp. 77-87, 2016.

² RIOS, C. T.; ARTACHO, V.F. Previsão e Caracterização de Ligas Multicomponentes FeCrNiCoAlCu e $\text{FeCrNiCo(AlCu)}_{0,5}$. Engenharia de Materiais, CECS – Universidade Federal do ABC. Santo André, 2014.

³ CHIKUMBAL, S.; RAO, V. High Entropy Alloys: Development and Applications. 7th International Conference on Latest Trends in Engineering & Technology (ICLET2015). Pretoria, South Africa, 2015.