



Caracterização microestrutural e avaliação da microdureza da liga hipereutética Al-8%Ni solidificada unidirecionalmente

André P. Carrara*, Rafael Kakitani, Noé Cheung

Resumo

Este trabalho propôs estudar a solidificação unidirecional da liga hipereutética Al-8%Ni em regime transiente de extração de calor, avaliando a macroestrutura, medindo os espaçamentos entre colônias eutéticas (λ_{EC}), secundário (λ_2) e entre fibras (λ_F), e realizando ensaios de dureza. A revelação da macroestrutura indicou uma transição colunar-equiaxial para taxa de resfriamento (\dot{T}) de 4°C/s, e na microestrutura predominaram-se colônias eutéticas na região colunar, e fases primárias de Al₃Ni na região equiaxial. Após a análise dos resultados do ensaio de microdureza foi possível correlacionar o aumento da dureza com a redução do espaçamento microestrutural.

Palavras-chave:

Ligas Al-Ni, microestrutura, microdureza.

Introdução

A indústria aeronáutica emprega três sistemas de ligas de alumínio: Al-Cu, Al-Zn e Al-Li, cada uma com suas características e aplicações específicas. Entretanto, essas ligas não possuem alta estabilidade térmica, ou seja, não conseguem manter suas propriedades mecânicas em temperaturas elevadas (>300°C [1]). As ligas do sistema Al-Ni possuem grande potencial para sanar esse problema, pois, em altas temperaturas, possuem boas resistências mecânica devido à formação do intermetálico Al₃Ni. Além disso, ligas hipereutéticas de Al podem originar microestruturas atípicas em condições transitórias, influenciando positivamente nas propriedades mecânicas [2]. Assim, a liga hipereutética Al-8%Ni foi solidificada unidirecionalmente em regime transiente de extração de calor, analisando sua macro e microestrutura, e avaliando a microdureza Vickers.

Resultados e Discussão

A partir da solidificação da liga Al-8%Ni, foi feita uma análise macro e microestrutural do lingote (Figura 1), observando-se de transição colunar-equiaxial para uma taxa de resfriamento de 4°C/s. Analisando a microestrutura da zona colunar ($\dot{T} > 4^\circ\text{C/s}$), verifica-se que essa região apresenta colônias eutéticas, sendo fibras de Al₃Ni em uma matriz de α -Al. Para a zona equiaxial ($\dot{T} < 4^\circ\text{C/s}$), além das colônias eutéticas, é notável a presença de fases primárias de Al₃Ni.

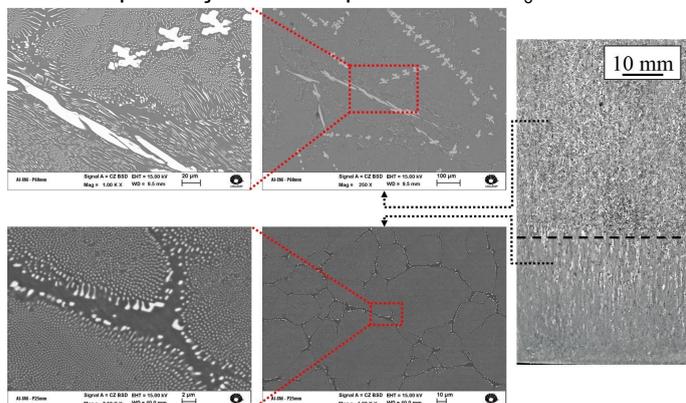


Figura 1. Macroestrutura e microestruturas da liga hipereutética Al-8%Ni.

As relações, do tipo Hall-Petch, entre microdureza Vickers e os espaçamentos microestruturais podem ser visualizadas na Figura 2, onde é possível notar que o aumento do espaçamento microestrutural é inversamente proporcional ao aumento de dureza. Ainda, é válido mencionar que na região colunar a microestrutura predominante era constituída de colônias eutéticas, enquanto que na região equiaxial era a fase primária, por isso a diferença de escala entre λ_{EC} e λ_2 na Figura 2-a. No caso de λ_F , uma única correlação é capaz de abranger toda a faixa de microdureza, indicando que o menor espaçamento microestrutural é preponderante na determinação dessa..

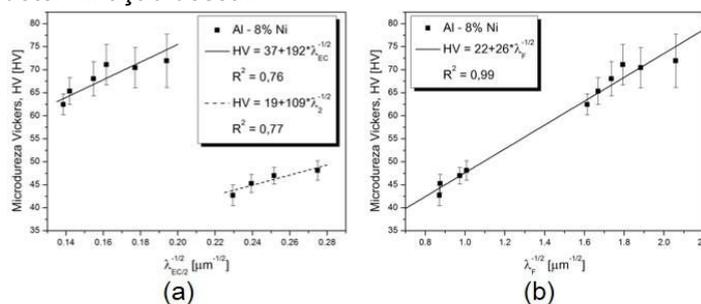


Figura 2. Microdureza em relação aos espaçamentos a) $\lambda_{EC/2}$ e b) λ_F da liga Al-8%Ni. R^2 é o coeficiente de determinação.

Conclusões

Analisando os resultados obtidos é possível constatar que ocorreu uma transição colunar-equiaxial à uma taxa de 4°C/s, sendo que na região colunar formaram-se colônias eutéticas, e na região equiaxial, além dessa estrutura, precipitaram-se fases primárias de Al₃Ni. Por fim, o ensaio de microdureza permite afirmar que uma redução no espaçamento microestrutural acarreta em um aumento da microdureza.

[1] Huang, L.; Huang, G.; Cao, L.; Wu, X.; Jia, Z.; Xia, M.; Liu, Q. *Mat. Sci. Eng. A* **2017**, *682*, 63.

[2] Garcia, A. *Solidificação: fundamentos e aplicações*. Editora da Unicamp. 2ª edição, 2007, 279 p.