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

Análise microestrutural da liga Al-Mg-Zn-Si-Cu processada por conformação por spray seguida de forjamento rotativo antes e após o tratamento térmico T6

Odney Carlos Brondino[1]; Matheus de Mani Ladeira[1]; Gilson Ferreira da Silva Veronesi[1]; José Aécio Gomes de Sousa[1]; Nair Cristina Margarido Brondino[2]; Claudemiro Bolfarini[3]
1. UTFPR-Londrina, 2. FC/UNESP-Bauru, 3. UFSCAR-São Carlos

Introdução

As ligas de alumínio da série 7XXX destacam-se nas indústrias aeroespacial e automobilística devido à sua elevada resistência específica, propriedade fundamental em aplicações onde o peso impacta diretamente o desempenho. Para otimizar suas características, intensificaram-se as pesquisas em *spray forming*, rota que garante maior resistência mecânica frente aos processos convencionais. Por meio dessa técnica, obtém-se uma microestrutura de grãos refinados, porém com porosidade residual. Para promover a densificação e reduzir a fração volumétrica de poros, utiliza-se o forjamento rotativo. Como a deformação gera dureza elevada, fragilidade e tensões residuais, aplica-se o tratamento térmico T6, composto por solubilização e envelhecimento artificial, garantindo a homogeneização da estrutura e a elevação da resistência via precipitação de intermetálicos.

Objetivos

Avaliar o impacto do tratamento térmico T6 nas microestruturas e propriedades mecânicas de uma liga de alumínio Al-7075 modificada (Si/Mg), processada por *spray forming* e forjamento rotativo, por meio de DSC, metalografia e ensaios de microdureza Vickers.

Metodologia

A liga de Al-Mg-Zn-Si-Cu empregada neste trabalho foi obtida por conformação por *spray* (DEMa/UFSCar) e reprocessada por forjamento rotativo (DEM/ITA). O material foi submetido ao tratamento térmico T6, variando-se os tempos de solubilização e envelhecimento. Para a caracterização microestrutural, foram realizadas análises por microscopia óptica (MO) e calorimetria diferencial de varredura (DSC), enquanto as propriedades mecânicas foram avaliadas por meio de ensaios de microdureza Vickers.

Resultados e Discussão

A análise por DSC definiu a solubilização da liga Al-Mg-Zn-Si-Cu em 450°C, promovendo a recristalização de grãos equiaxiais (25,91µm). Durante o envelhecimento a 165°C, o tamanho de grão cresceu 8,14% e a fração de segregados de Mg_2Si de 19,22% (1horas) para 32,71% (20h). O forjamento rotativo reduziu a porosidade do *spray forming* (média de 93µm), mas induziu trincas superficiais. A microdureza máxima alcançou 198,2HV após 6h de envelhecimento (+80% em relação ao estado como recebido), decrescendo em tempos superiores devido ao superenvelhecimento.

Tabela 1 – Faixa de composição da liga derivada da liga Al-Mg-Zn-Si-Cu

E.Q.	Al	Zn	Si	Mg	Cu
% p/p	Bal.	5,0-6,0	3,0-4,0	8,5-9,5	1,5-2,5

Figura 1 - Análise térmica DSC da Liga Al-Mg-Zn-Si-Cu

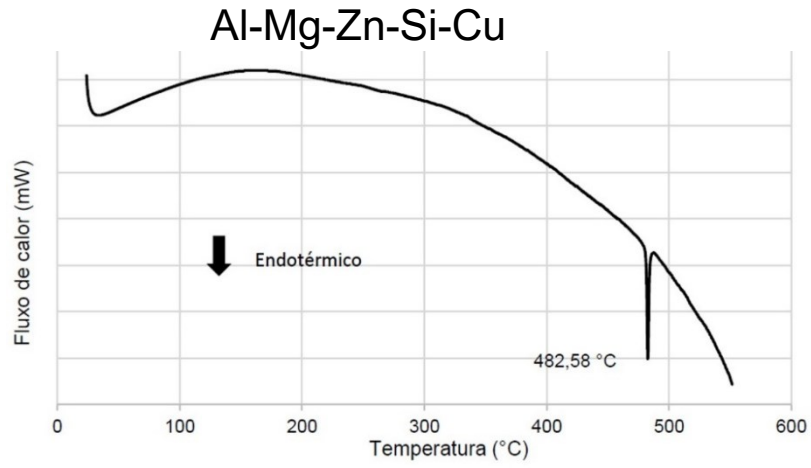
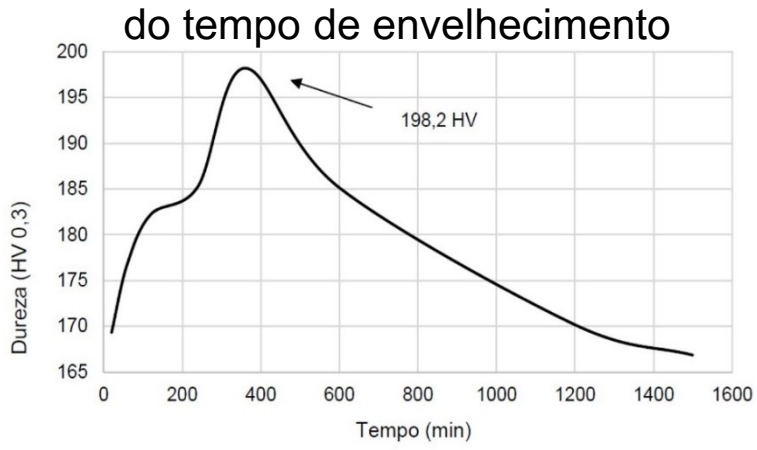


Figura 2 - Dureza das amostras em função do tempo de envelhecimento



Conclusões

O tratamento térmico T6 aumentou a dureza da liga Al-Mg-Zn-Si-Cu, com pico máximo após 6 h a 165°C. A análise por DSC estabeleceu 450°C como a temperatura ideal de solubilização, controlando a recristalização e o tamanho de grão. Dessa forma, o tratamento térmico e a rota de processamento adotados demonstraram elevada viabilidade técnica para o material.

Referências e Agradecimentos

ABDULSTAAR, M.A.; *et al*. Severe plastic deformation of commercial purity aluminum by rotary swaging: Microstructure evolution and mechanical properties. 2012. **Materials science & engineering A.** 565, p. 351-358. 2013.
GUERRA, A. P.;. Microstructure of a recycled AA7050 alloy processed by *spray forming* followed by hot extrusion and rotary swaging. **Materialwissenschaft Und Werkstofftechnik**, [S.L.], v. 45, n. 7, p. 568-573, jul. 2014.
MAZZER, Eric M. Caracterização microestrutural e mecânica de liga Al AA7050 reciclada por conformação por spray e extrusão. 2013. 105f. **Dissertação -UFSCar,** São Carlos, 2013.