

ESTUDO DA SOLIDIFICAÇÃO DA LIGA EUTÉTICA DE BiSn EM AMBIENTE DE MICROGRAVIDADE

POLI, A. K. S.¹; TOLEDO, R. C.; AN, C. Y.; BANDEIRA, I. N.

Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, SP, Brasil

¹Aluna de Iniciação Científica do curso de Ciência e Tecnologia de Materiais e Sensores - CMS.

karoline-poli@hotmail.com

Resumo. *Este trabalho tem como objetivo solidificar uma liga eutética em ambiente de microgravidade, utilizando o tubo de queda livre de 3 m de comprimento do LAS/ INPE, e estudar a micrografia e a transferência de calor por condução das gotículas obtidas. Para tal, utilizou-se a liga eutética de Bi₄₃Sn₅₇ (% em peso) que foi analisada pelas técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV). Obtiveram-se gotículas com diâmetro na faixa de 100 a 850 µm com microestrutura eutética irregular, e o modelo de transferência de calor aplicado foi condizente com os resultados experimentais.*

Palavras-chave: Microgravidade; Tubo de queda livre; Liga eutética; Solidificação; Transferência de calor.

1. Introdução

Os tubos de queda livre (*drop tubes*) por serem uma alternativa de baixo custo, quando comparados com outros meios de se obter ambiente de microgravidade (μg), têm sido utilizados em estudos de solidificação rápida para diversos tipos de materiais por proporcionarem alguns segundos de microgravidade, sem necessidade de usar recipientes (*containerless*). Permitem pesquisas voltadas para o tipo de nucleação, super-resfriamento máximo em metais puros e ligas com microestrutura característica em função do super-resfriamento [Toledo 2013]. O material escolhido para este trabalho foi a liga eutética de Bi₅₇Sn₄₃ (% em peso) que é utilizado como liga de solda e na fabricação de fusíveis, por ser livre de elementos tóxicos (chumbo e cádmio) e vem substituindo as soldas de PbSn em ambientes restritos.

2. Procedimento experimental

Neste trabalho, foi utilizado o tubo de queda livre do LAS/INPE, para processar as amostras da liga eutética Bi₅₇Sn₄₃, preparada a partir de bismuto (99,998 % at.) e estanho (99,9999 % at.). Para obtenção das amostras, uma carga de aproximadamente 1,0 g da liga foi colocada numa ampola de quartzo, com um micro-furo numa das pontas, ($L = 180$ mm e $\phi_{\text{furo}} = 200$ µm) a qual foi fixada no forno do *drop tube*. Após o tubo ser fechado, ele foi evacuado à pressão de 5,3 Pa e depois preenchido com 53,33 kPa de nitrogênio para auxiliar na dissipação térmica, durante a queda, das gotículas do material ejetado. O forno foi ligado e, após a estabilização da temperatura (≈ 255 °C), foi desligado, provocando uma queda da temperatura da amostra. Quando essa atingia temperaturas entre 144 - 145°C (temperaturas próximas à temperatura de fusão da liga),

gás nitrogênio ($P \approx 68,95$ kPa) era liberado na extremidade superior da ampola de quartzo para provocar uma diferença de pressão que ocasionava a queda da carga, na forma de gotículas aproximadamente esféricas.

3. Resultados e Discussão

Obtiveram-se gotículas de $\text{Bi}_{57}\text{Sn}_{43}$ com diâmetro na faixa de 100 a 850 μm (Figura 1a) com microestrutura eutética irregular (Figura 1b). O resultado foi condizente com a teoria de transferência de calor por condução [Toledo 2013] que previa gotículas inferiores a 900 μm para estas condições de solidificação (Figura 1c). A Figura 1d mostra uma microestrutura eutética regular complexa obtida em uma gotícula da liga solidificada em 1g (gravidade terrestre).

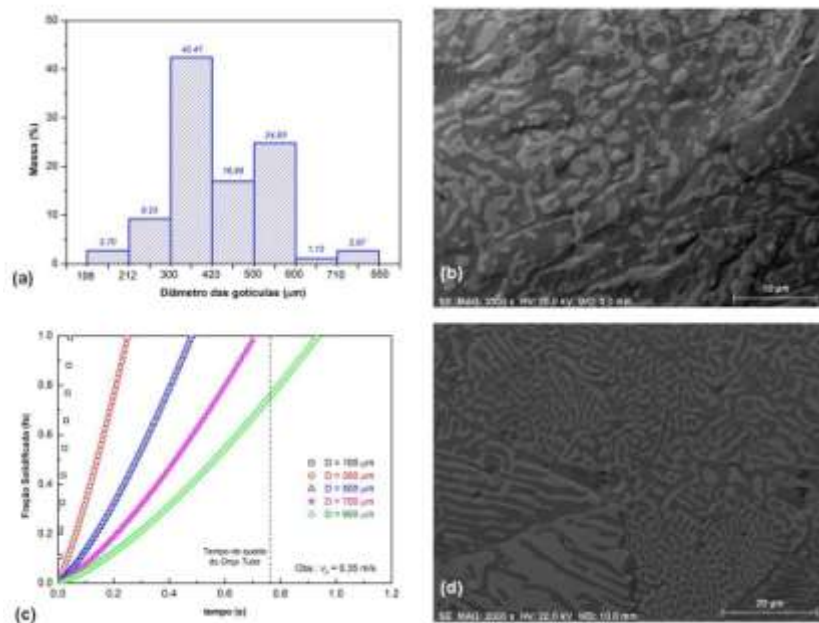


Figura 1. (a) Análise granulométrica das gotículas; (b) imagem obtida por MEV da gotícula liga de BiSn solidificada em μg ; (c) fração solidificada em função do tempo de queda para diferentes diâmetros de gotículas; e (e) imagem obtida por MEV de uma gotícula de BiSn solidificada em 1g.

4. Conclusão

Utilizando o tubo de queda livre do LAS/INPE, obtiveram-se gotículas da liga eutética BiSn com diâmetro variando entre 100 e 850 μm . A análise microestrutural mostra que as gotas solidificadas em μg são constituídas por microestruturas eutéticas irregulares, enquanto que, as solidificadas em 1g são constituídas por microestruturas eutéticas regulares complexas. O modelo de transferência de calor por condução aplicado foi condizente com os resultados experimentais.

Agradecimentos: Os autores são gratos ao CNPq e a CAPES pelo suporte financeiro.

Referências

Toledo, R. C. (2013) Estudo da influência da gravidade na solidificação de ligas metálicas eutéticas. (Tese de Doutorado), INPE, Brasil.