

5 Conclusões

O presente estudo microanalítico dos processos de precipitação em ligas diluídas Cu-1%Co, Cu-1,7%Co, Cu-2,9%Co e Cu-3,9%Co, nos permite apresentar as seguintes conclusões:

- 1- A precipitação homogênea ocorreu em todas as condições de envelhecimento isotérmico estudadas no presente trabalho, entre 500°C e 700°C. Precipitados esféricos e coerentes de tamanho nanométrico são melhor observados no MET sob condições de contraste de difração. O tamanho dessas partículas foi medido em função da temperatura e tempo de envelhecimento, exibindo um comportamento monotônico.
- 2- A formação de partículas maiores e incoerentes é interpretada como sendo decorrente de um tratamento de duplo envelhecimento isotérmico, inicialmente a temperatura próxima da solvus e posteriormente a baixa temperatura. Devido à alta força motriz disponível a baixas temperaturas de envelhecimento, estes precipitados crescem rapidamente e estabilizam a morfologia facetada de equilíbrio.
- 3- A precipitação heterogênea foi observada em alguns contornos de grão nas ligas Cu-2,9%Co e Cu-3,9%Co. As micrografias de MET revelam a formação de colônias de precipitação descontínua com morfologia de bastonetes e, ocasionalmente, precipitação heterogênea convencional.
- 4- Informação quantitativa da precipitação descontínua sob diferentes condições de envelhecimento, como velocidade de crescimento e espaçamento entre bastonetes foram obtidos experimentalmente. Os modelos de difusão intergranular testados, com base em produtos de precipitação descontínua com morfologia lamelar, provaram serem

inadequados na medição da difusão intergranular para simetria cilíndrica como a morfologia de bastonete. Os valores calculados para a difusão pelo contorno são pelo menos duas ordens de grandeza maiores do que os dados para difusão volumétrica na literatura.

- 5- Nas colônias de precipitação descontínua, a observação de bastonetes “perfeitos” é rara. Entretanto, quando presentes, eles são encontrados principalmente em ligas envelhecidas por curtos tempos e/ou baixas temperaturas. Na maioria das amostras estudadas, o produto de precipitação descontínua se revela na forma de partículas alinhadas em colunas devido ao processo de esferoidização dos precipitados originais com morfologia de bastonetes.
- 6- Medidas microanalíticas por EDS confirmam a presença de oxigênio na liga, tanto na matriz quanto, preferencialmente, nos cristais de cobalto. A presença de oxigênio nos cristais de Co influencia negativamente as propriedades magnéticas, confirmado pela dificuldade de extrair informação da imagem de holografia de elétrons.
- 7- As análises magnéticas indicam que existe uma transição de um estado superparamagnético para um estado ferromagnético, predominante a temperaturas mais baixas, resultado de ordenação das partículas de Co.
- 8- A síntese e caracterização de uma liga nanoestruturada indicam que é possível produzir uma liga Cu-Co com pequeno tamanho de grão e mesma morfologia de precipitados observada na liga elaborada por métodos convencionais. Entretanto, a incorporação de oxigênio deve ser evitada através do controle da atmosfera de redução e outros procedimentos.