



Mens Agitat 16 (2021) 38-41

ISSN 1809-4791

38

Processamento do Quasicristal $Al_{65}Cu_{27}Fe_{14}B_5$ por Melt-Spinning

Processing of Quasicrystal $Al_{65}Cu_{27}Fe_{14}B_5$ by Melt-Spinning

Luciano Nascimento^{1*}, Anastasiia Melnyk²

^{1*}Departamento de Engenharia Civil-DEC/CT-Universidade Estácio de Sá de João Pessoa-PB, Brasil.

²Departamento de Letras-DE/UEPB, Campina Grande-PB, Brasil.

Resumo

O processo “melt-spinning”, por imprimir altas taxas de resfriamento, é um dos principais meios para a obtenção de ligas com estrutura quasicristalinas. Em assim sendo, neste trabalho utilizou-se este método para o estudo da elaboração da liga quasicristalina $Al_{65}Cu_{27}Fe_{14}B_5$. Neste sentido a liga foi inicialmente fabricada, nas respectivas composições, por fusão, sob atmosfera de argônio, em forno a indução, para em seguida serem submetida ao processo melt-spinning, onde se obteve o material na forma de fita. A amostra foi caracterizada por Difração de raios X (DRX), e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). O resultado indicou a formação de transformações das fases $i-AlCuFeB \rightarrow \omega-Al_7Cu_2Fe$ em função da fase cúbica $\beta-Al_{13}Cu_4Fe_3$, e uma provável contribuição do boro na estabilidade da fase icosaedral.

Palavras-chave: Quasicristal; Melt-Spinning; Fase Icosaedral.

Abstract

The “melt-spinning” process, for printing high cooling rates, is one of the main means for obtaining quasicrystalline alloys. Therefore, in this work this method was used to study the development of the quasicrystalline alloy $Al_{65}Cu_{27}Fe_{14}B_5$. In this sense, the alloy was initially manufactured, in the respective compositions, by fusion, under an argon atmosphere, in an induction furnace, to then be subjected to the melt-spinning process, where the material was obtained in the form of tape. The sample was characterized by X-ray diffraction (XRD), and Scanning Electron Microscopy (SEM). The result indicated the transformation formation of the $i-AlCuFeB \rightarrow \omega-Al_7Cu_2Fe$ phases as a function of the $\beta-Al_{13}Cu_4Fe_3$ cubic phase, and a probable contribution of boron to the stability of the icosahedral phase.

Keywords: Quasicrystal; Melt-Spinning; Icosahedral Phase.

1. INTRODUÇÃO

A descoberta dos quasicristais por Shertchman em 1984 se deu através da solidificação rápida de uma liga

Al-Mn, cujo padrão de difração exibia, surpreendentemente, eixo de simetria de ordem cinco [1]. Tal simetria é proibida pela cristalografia clássica.

Contudo, esses materiais apresentam estrutura atômica ordenada, característica típica dos cristais, mas não são periódicas, devido à presença do eixo de simetria proibida [2]. Os materiais quasicristalinos apresentam excelentes propriedades mecânicas e superficiais, tais com: baixa energia superficial, elevada dureza, baixo coeficiente de atrito, boa resistência à corrosão, elevada resistência ao desgaste e ainda baixas condutividades elétricas, magnéticas, óticas, térmicas e catalíticas entre outras [3]. A formação de quasicristais normalmente pode ser prevista através do diagrama de fase, e podem ser produzidas pelos processos de equilíbrio convencionais, que utilizam procedimentos de fusão e solidificação. Dentre as técnicas encontradas na literatura para a obtenção dos quasicristais pode-se destacar: solidificação rápida melt-spinning, moagem de alta energia, eletrodeposição por aspersão térmica por arco elétrico em revestimentos metálicos e a solidificação lenta [4]. A liga quasicristalina do sistema Al-Cu-Fe é termodinamicamente estável e sua estrutura podem ser previstas utilizando o diagrama de fase de equilíbrio. A fase ψ , de composição AlCu_2Fe está em uma região monofásica de composição $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{22,5}\text{Fe}_{12,5}$, formada pela reação peritética da fase $\beta\text{-AlFe}_3$ com o líquido remanescente [5]. A formação da fase quasicristalina ocorre devido à reação peritética das fases β , λ e o líquido remanescente em uma faixa de temperatura de 800°C a 860°C . Fase icosaedral $i\text{-AlCuFe}$ é formada pela reação peritética, a, aproximadamente, 880°C entre um líquido remanescente L e as fases $\lambda\text{-Al}_{13}\text{Fe}_4$ e $\beta\text{-Al}_{50-x}(\text{CuFe})_{50+x}$, de acordo com a seguinte relação: $\text{L} + \lambda + \beta \leftrightarrow i\text{-AlCuFe}$ [6]. Esta fase extra geralmente coexiste com a fase quasicristalina em pós atomizados a gás porque participa da fase peritética reação pela qual a fase icosaédrica é formada. Neste artigo, abordamos o processamento do quasicristal $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$ por melt-spinning com fase icosaedral e quasicristalina através de análises de caracterização por Difração de raios X (DRX), e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV).

2. MATERIAIS E METODOS

Os pós de Alumínio, Ferro, Cobre e o Boro, tendo uma pureza de 99,99%, provenientes da Aldrich Chemical e da Casa do Laboratório-PE, conforme a sua granulometria e estequiometria, foram pesados nas proporções adequada à composição $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$, utilizou-se um forno de indução equipado com cadinho de soleira fria. Este equipamento permite a fabricação da liga com bom controle da atmosfera sob atmosfera de argônio, minimizando os efeitos nocivos do oxigênio e do nitrogênio e, graças ao cadinho em cobre refrigerado, tem-se praticamente a isenção de elementos contaminantes do banho de metal fundido. Esses componentes foram pesados nas respectivas composições nominais, totalizando 10g, e fundidos sob uma atmosfera de argônio, utilizando um gerador de alta frequência de 40 kW de potência fabricado pela POLITRON. A amostra foi refundida por duas vezes para uma melhor homogeneização. As ligas foram resfriadas lentamente no interior do forno. Em seguida as amostras foram submetidas ao processo de solidificação rápida, melt-spinning, que consiste na ejeção da liga fundida, numa superfície metálica de um volante em rotação, com os seguintes parâmetros de processo: rotação do volante em torno de 2000 RPM, diâmetro do furo do cadinho 1,0mm e a variação da pressão de ejeção em torno de 20 cmHg. Para a identificação das fases, foi usado um difratômetro Shimadzu XRD 6000, utilizando radiação de CuK_α com comprimento de onda de $\lambda=1,5406 \text{ \AA}$. As medidas foram tomadas para uma ampla gama de ângulos de difração (2θ) que variam de 20° a 100° com passo angular de $0,05^\circ$ e com tempo de contagem por ponto igual a 4 s. Para analisar a morfologia dos pós quasicristalinos tendo sido utilizado um Microscópio Eletrônico de Varredura LEO, Modelo 1430, acoplado a uma Sonda OXFORD, com uma tensão de aceleração de 0,5 a 30kV com uma etapa de 10V, após a amostra ter sido revestido com uma camada de ouro depositada em vácuo, a fim de melhorar o contraste.

3.RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 1, mostra o difratograma obtido, respectivamente, com a liga $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$ bruta de fusão e solidificada rapidamente. Observa-se, a transformação de fase $i\text{-AlCuFeB} \rightarrow \omega\text{-Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$ é claramente observado na Figura 1. A fase $i\text{-AlCuFeB}$ é bem definida em relação à fase cúbica $\beta\text{-Al}_{13}\text{Cu}_4\text{Fe}_3$ (fase icosaedral), geralmente a formação da fase ω é muito mais rápida para compostos contendo $i\text{-AlCuFeB}$, pois não oxida rapidamente quando processada por melt-spinning [7]. Os picos no difratograma de difração de raios-x tem uma definição fase icosaedral quando se adiciona 5 %at de Boro.

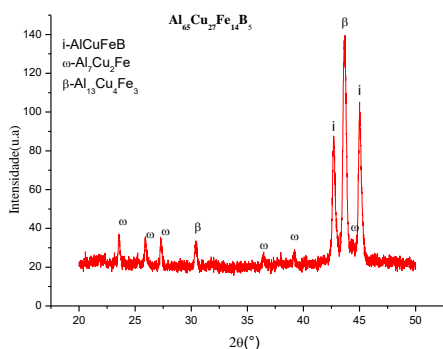


Figura1. Difratograma (DRX) da liga $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$.

A fotomicrografia obtida através do MEV na Figura 2, com a amostra da liga $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$ em estado bruto de fusão solidificada rapidamente, pode ser observada a presença de pequenos cristallitos dodecaédricos crescendo em forma facetada com tamanho de aproximadamente $5\mu\text{m}$.

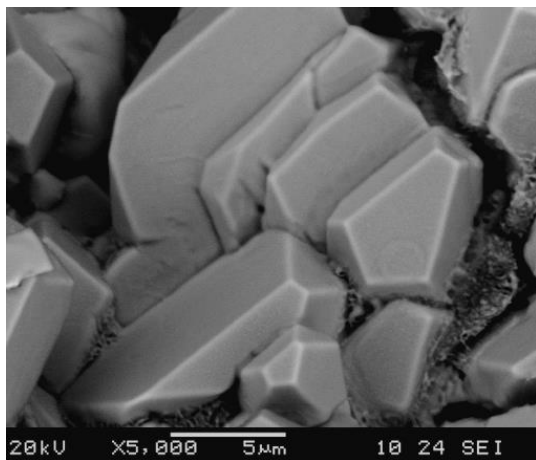


Figura 2. Fotomicrografia liga $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$.

O processamento da liga quasicristalina $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$ por melt-spinning, mostra há um aumento na intensidade dos picos atribuídos às fases $i\text{-AlCuFeB} \rightarrow \omega\text{-Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$ em relação à fase cúbica $\beta\text{-Al}_{13}\text{Cu}_4\text{Fe}_3$ (fase icosaedral) associado a mais de uma classe de sítios Fe no aglomerado quasicristalino com cristallitos dodecaédricos bem facetados com o aumento de sítios Fe nas zonas intersticiais do grão quasicristalino juntamente com os átomos B em seus interstícios [8]. A redução da fase cúbica com a adição de boro, que provavelmente, como agente amorfizador, desestabiliza a formação de fases cristalinas. Portanto, a quantidade relativa de fase icosaedral é maior nas amostras submetidas ao processo melt-spinning com a adição de boro do que naquelas ligas sem a adição desse elemento.

CONCLUSÃO

- As ligas submetidas ao processo melt-spinning apresentou-se um aumento na intensidade dos picos atribuídos às fases $i\text{-AlCuFeB} \rightarrow \omega\text{-Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$ em relação à fase cúbica $\beta\text{-Al}_{13}\text{Cu}_4\text{Fe}_3$ (fase icosaedral);
- A adição de 5%at de Boro facilitou a obtenção de fitas com uma melhor definição dos picos associados às fases $i\text{-AlCuFeB} \rightarrow \omega\text{-Al}_7\text{Cu}_2\text{Fe}$;
- A fotomicrografia obtida através do MEV, da amostra da liga $\text{Al}_{65}\text{Cu}_{27}\text{Fe}_{14}\text{B}_5$ mostrou presença de pequenos cristallitos dodecaédricos crescendo em forma facetada com tamanho de aproximadamente $5\mu\text{m}$.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- [1].SHECHTMAN, D.; GRATIAS, D.; CAHN, J. W. Metallic Phase with Long-Range Orientational Order and no Translational Symmetry. *Physical Review Letters* 53 (20). p. 1951–1954, 1984.

- [2].TCHERDYNTSEV, V.V.; KALOSHKIN, S.D.; SHELEKHOV, E.V.; SALIMON, A.I.; SARTORI, S.G.; PRINCIPI, G. Quasicrystalline phase formation in the mechanically alloyed Al-Cu-Fe system. *Intermetallics* **13**. p. 841–847, 2005.
- [3]. TSAI, A. P.; INOUE, A.; MASUMOTO, T. A Stable Quasicrystal in Al-Cu-Fe System. *Japanese Journal of Applied Physics* **26** (9). p. 1505–1507, 1987.
- [4]. YIN, S.; BIAN, Q.; QIAN, L.; ZHANG, A. Formation of Al₇₀Cu₂₀Fe₁₀ icosahedral quasicrystal by mechanically alloyed method. *Materials Science and Engineering A465*. p. 95–99, 2007.
- [5]. ROSAS, G.; PÉREZ, R. On the nature of quasicrystal phase transitions in AlCuFe alloys. *Materials Letters* **36**. p. 229–234, 1998.
- [6]. ROUXEL, D.; PIGEAT, P. Surface oxidation and thin film preparation of AlCuFe quasicrystals. *Progress in Surface Science* **81**. p. 488–514, 2006.
- [7]. KENZARI, S.; WEISBECKER, P.; CURULLA, M.; GEANDIER, G.; FOURNEE, V.; DUBOIS, J. M. Formation and properties of Al composites reinforced by quasicrystalline AlCuFeB particles. *Philosophical Magazine* **88** (5). p. 755–766, 2008.
- [8].WANG, Y.; TIAN, Y.; WANG, Y.; GENG, H.; ZHANG, Z. On phase transformations in mechanically alloyed and subsequently annealed Al₇₀Cu₂₀Fe₁₀. *Intermetallics* **16**. p. 121–129, 2008.