

OBTENÇÃO DAS LIGAS U_{2,5}Zr_{7,5}Nb E U₃Zr₉Nb POR PROCESSO DE SINTERIZAÇÃO

Thiago de Oliveira Mazzeu e Ana Maria Matildes dos Santos
Centro de Desenvolvimento da Tecnologia Nuclear – CDTN

INTRODUÇÃO

Ligas de U-Zr-Nb têm sido usadas em reatores nucleares de teste e pesquisa e de potência de pequeno porte [1], pois apresentam alta densidade, resistência à corrosão e os elementos de ligas possuem baixa seção de choque de nêutrons [2].

A obtenção de ligas de urânio por sinterização, além de sua simplicidade, proporciona menor contaminação por carbono do que no método de fusão em forno de indução com cadinho de grafite. Com isso, diminuem-se as chances de precipitação de carbeto metálico que podem segregar os elementos de liga [3,4].

Neste trabalho foram obtidas as ligas U_{2,5}Zr_{7,5}Nb e U₃Zr₉Nb pelo método de sinterização. Elas foram caracterizadas por medição de densidade, difração de raios X (DRX), microscopia eletrônica de varredura e espectroscopia de energia dispersiva (MEV/EDS).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é obter as ligas U_{2,5}Zr_{7,5}Nb e U₃Zr₉Nb pelo processo de sinterização e caracterizá-las por técnicas de medidas de densidade, MEV/EDS e DRX.

METODOLOGIA

As ligas de U-Zr-Nb foram preparadas a partir de materiais na forma de pó: zircônio (Alpha Aesar, ≥97,0%), nióbio (Alpha Aesar, 99,8%) e pó de urânio obtido por processo de hidratação-desidratação [5].

Os pós foram homogeneizados com as seguintes porcentagens em massa: 90% de U, 2,5% de Zr, 7,5% de Nb e 88% de U, 3% de Zr, 9% de Nb. Em seguida, foram compactados em uma prensa hidráulica com pressão de 400 MPa, sem uso de lubrificante, obtendo-se assim pastilhas a verde no formato cilíndrico.

As pastilhas a verde foram sinterizadas em forno tubular sob duas condições: vácuo de aproximadamente 1×10^{-4} mmHg à temperatura de 1050 °C e atmosfera de argônio (99,99%) com temperatura variando de 1200 a 1500 °C.

As pastilhas sinterizadas foram caracterizadas pela medição de sua densidade através dos métodos geométrico e hidrostático, pela identificação de fases presentes por DRX (Rigaku, D\MAX ULTIMA) e pela investigação da homogeneidade e microestrutura das ligas por MEV/EDS (JEOL, JXA-8900RL).

RESULTADOS

Verificou-se que após a sinterização foi formada uma camada superficial de óxido ao redor das pastilhas. Uma provável causa é devida ao baixo vácuo que foi utilizado no processo. Para a caracterização das ligas essa camada foi removida.

A Figura 1 mostra a variação das densidades das pastilhas com a temperatura de sinterização. A liga U_{2,5}Zr_{7,5}Nb, sinterizada à 1500 °C, apresentou o maior valor de densidade (13,40g/cm³).

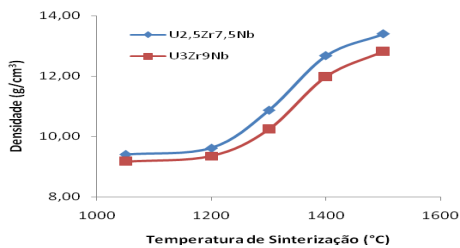


Figura 1. Densidades das pastilhas sinterizadas em função da temperatura.

Os difratogramas das ligas são apresentados na Figura 2. Três fases foram reveladas para as ligas sinterizadas à 1050°C sob vácuo: urânio α , urânio γ e UO_2 . Para as ligas sinterizadas a 1200°C e 1300°C não foi registrada presença da fase α . Observou-se que a liga U2,5Zr7,5Nb apresentou menor quantidade da fase γ do que a liga U3Zr9Nb, o que é consistente com a literatura [3].

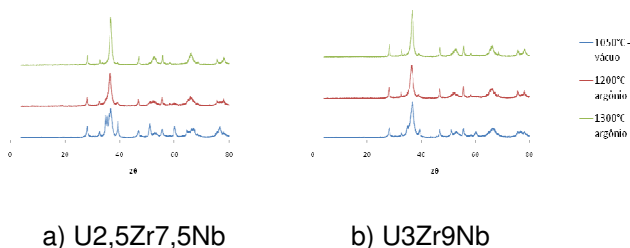


Figura 2 – Difratogramas das ligas U2,5Zr7,5Nb e U3Zr9Nb.

A Figura 3 apresenta uma micrografia representativa da liga U2,5Zr7,5Nb sinterizada à 1500°C sob atmosfera de argônio. A liga U3Zr9Nb apresentou fases características similares, porém com diferença no grau de porosidade.

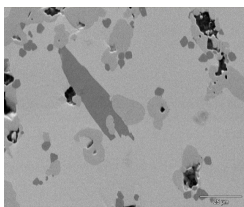


Figura 3 – Micrografia da liga U2,5Zr7,5Nb sinterizada à 1500°C sob atmosfera de argônio.

A Tabela I mostra os resultados da análise de EDS para U, Zr e Nb. Nos espectros

obtidos, foram registrados picos de oxigênio em todas as fases indicando sua possível dissolução na estrutura das ligas.

Tabela 1. Análise de EDS para a liga U2,5Zr7,5Nb sinterizada à 1500°C sob atmosfera de argônio.

	U (%m/m)	Zr (%m/m)	Nb (%m/m)
Fase branca	79	3	18
Fase cinza claro	87	3	10
Fase cinza escuro	11	84	5

CONCLUSÕES

Foi possível obter as ligas U2,5Zr7,5Nb e U3Zr9Nb através do processo de sinterização. A densidade máxima obtida foi de 13,40g/cm³ para a liga U2,5Zr7,5Nb sinterizada à 1500°C. Foi observada a formação de uma camada de óxido na superfície das pastilhas. No interior metálico, a fase predominante é a γ .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1]IAEA-TECDOC-1374. Development status of metallic, dispersion and non-oxide advanced and alternative fuels for power and research reactors. September 2003.
- [2]Cady, C. M., et al. Los Alamos NATIONAL LABORATORY. DYMA T Brussels, Belgium - SEPT 7-11, 2009.
- [3]H.M. Volz, et al. Journal of Alloys and Compounds, v.444–445, p. 217–225 (2007).
- [4]Kim, Tae-Kyu et al. Journal of Nuclear Materials, v. 372, p. 394-399, 2008.
- [5]Xiong Yi Fu, et al. Fusion Engineering and Design, v.85, 7-9, p.1492-1495, 2010.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

FAPEMIG