

Sinterização da liga Ti-13Nb-13Zr para implantes endósseo

Tamiye Simone Goia, José Hélio Duvaizem, Hidetoshi Takiishi, José Carlos Bressiani, Ana Helena de Almeida Bressiani, Centro de Ciências e Tecnologia de Materiais, Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN, e-mail: tsgoia@ipen.br, home-page: <http://www.ipen.br/sitio/?idc=1234>

Introdução

A utilização de biomateriais para substituir ou reparar partes do corpo humano tem crescido muito devido ao aumento da expectativa de vida da população. Os implantes odontológicos são cada vez mais procurados para melhorar a qualidade de vida do indivíduo e atender as necessidades estéticas.

A escolha do material na confecção dos implantes é muito importante, pois estes devem apresentar características de biocompatibilidade e biofuncionalidade. Os materiais metálicos destacam-se principalmente por apresentarem boa resistência mecânica, elevada tenacidade, facilidade de fabricação e custo relativamente baixo. Um problema que envolve a maioria dos metais é a passividade à corrosão, diferentemente do titânio e suas ligas que são resistentes a esse fenômeno e por isso, bastante utilizados para reabilitações orais.

Por apresentar boas características de resistência à corrosão e elevados valores de resistência mecânica, a liga Ti-13Nb-13Zr tem sido pesquisada principalmente por possuir todos os componentes biocompatíveis e baixo módulo de elasticidade. É requisito para um implante endósseo, que o módulo de elasticidade seja próximo ao do osso (10~40 GPa). Ligas, como Ti-6Al-4V, apresentam valores bem discrepantes (110 GPa), enquanto a liga Ti-13Nb-13Zr tem valores mais próximos (79 GPa)¹.

A obtenção de ligas de titânio pelo processo de metalurgia do pó (M/P) mostrou-se como uma alternativa bastante viável em virtude das características de homogeneidade estrutural, controle da composição química e de cada etapa do processo².

Materiais e Métodos

Para a obtenção dos pós de titânio (Ti), nióbio (Nb) e zircônio (Zr), os materiais em sua forma inicial foram submetidos ao processo de hidrogenação. Em forno a vácuo (10^{-2} µBar), e sob temperaturas elevadas, cada material teve um patamar de uma hora

para poder absorver hidrogênio nos interstícios da rede cristalina (Tabela 1).

Tabela 1. Patamar para hidrogenação.

Material	Ti	Nb	Zr
Temperatura (°C)	600	600	500

Após o resfriamento, o material foi quebrado e passado em peneira de malha 20. Foi realizado processo de decapagem para remover a camada de óxido superficial (solução de 1:10 de ácido nítrico). Após a secagem, os pós foram pesados em balança analítica na estequiometria da liga e colocados em moinho do tipo Planetário de alta energia com bolas de tungstênio para a etapa da moagem (200rpm/90min). Foi adicionado um meio líquido (ciclohexano) para otimizar o processo.

O pó foi submetido à prensagem isostática a frio em molde de silicone, com pressão de 200 MPa. As amostras foram sinterizadas em vácuo, 10^{-5} µBar, variando a temperatura e o tempo de patamar, conforme Tabela 2. A caracterização foi realizada utilizando as técnicas de microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia de energia dispersiva (EDS) e difração de raios X (DRX).

Tabela 2. Grupos estudados

Amostra	Temperatura Sinterização(°C)	Patamar (horas)
1	1050	7
2	1100	7
3	1150	7
4	1150	5

Resultados e Discussões

A temperatura de fusão do titânio (1670°C), nióbio (2468°C) e zircônio (1850°C) estão bem acima das temperaturas de sinterização utilizadas, por isso, o tempo do patamar inicialmente foi de 7 horas, visando a obtenção da homogeneidade da liga.

A amostra 1 sinterizada à 1050°C, ficou bastante heterogênea com altas concentrações de materiais não reagidos, mostrando que a temperatura não foi o suficiente para alcançar o resultado esperado

(Figura 1). Para melhorar a condição de homogeneidade da liga foram utilizadas temperaturas mais elevadas, 1100 e 1150°C, obtendo-se as amostras 2 e 3, respectivamente. A amostra sinterizada a 1100°C apresentou menores quantidades de áreas com elevados teores de zircônio ou nióbio, e a amostra sinterizada a 1150°C possui microestrutura bastante homogênea, com pequena quantidade de poros. Apesar da tentativa de se obter a liga com um tempo de patamar mais baixo, o patamar de 5 horas não permitiu que a amostra 4 tivesse a microestrutura desejada, (Figura 4). As análises por EDS permitem observar a variação nas concentrações relativas entre os três componentes da liga; sendo região A, representativa da matriz, ocupa o maior volume da amostra e apresenta valores em porcentagem em massa equivalentes ao da liga esperada (Ti=74%, Nb=13% e Zr=13%); região B, maior concentração de titânio 84% aproximadamente; e região C, elevada concentração de nióbio, 39% em massa. Comparativamente, a amostra 3 mostrou-se bem mais homogênea do que a amostra 4, que apresentou pequenas variações de concentrações, análise por espectroscopia de energia dispersiva (Figura 5).

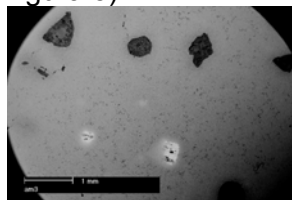
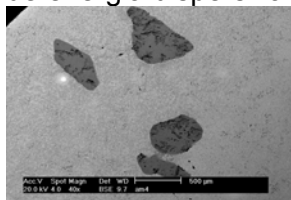


Figura 1. Amostra 1. Figura 2. Amostra 2.

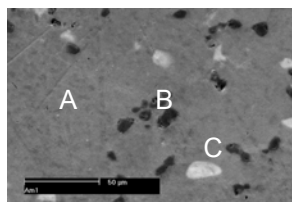
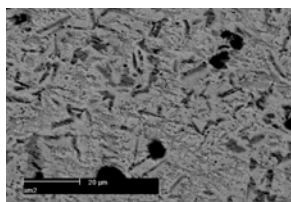
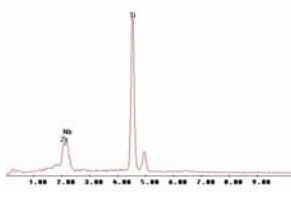
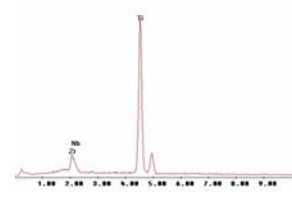


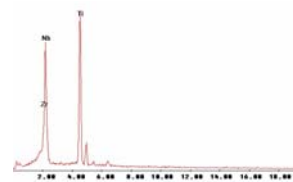
Figura 3. Amostra 3. Figura 4. Amostra 4.



A



B



C

Figura 5. EDS da amostra 4 (regiões A, B, C).

A liga Ti-13Nb-13Zr foi caracterizada por difração de raios X sendo constituída por duas fases, α e β , identificadas na figura 6.

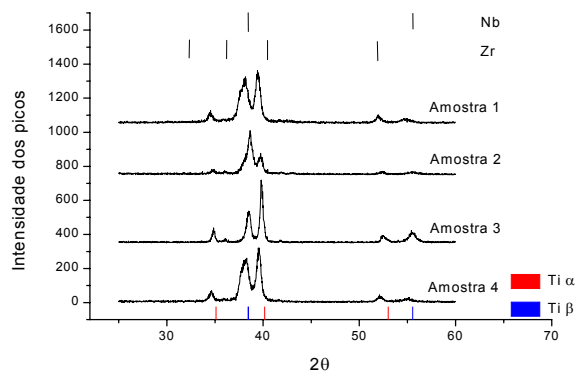


Figura 6. DRX das amostras.

As fases α e β são os principais constituintes da amostra 3, que é mais homogênea em todo o volume. Nas outras amostras foram observados alguns picos de nióbio residual.

Conclusões

A liga Ti-13Nb-13Zr, para apresentar as características de baixo módulo de elasticidade, elevados valores de resistência mecânica e à corrosão, necessita ter boas condições de processamento para obter uma microestrutura homogênea, evitando possíveis falhas em uso, o que foi possível obter com pós obtidos pelo processo de hidrogenação e temperatura de sinterização de 1150°C por 7 horas de patamar.

Referências bibliográficas

1. Oréface, R.L.; Pereira, M.M.; Mansur, H.S. Biomateriais Fundamentos & Aplicações. Rio de Janeiro: Cultura Médica, 2006.

2. Henriques, V.A.R.; Silva, C.R.M.da; Bressiani, J. C. Utilização de técnicas de Metalurgia do Pó (M/P) na Obtenção da Liga Ti-13Nb-13Zr. Revista Metalurgia e Materiais, vol. 59, nº 532, abril 2003.