

# CARACTERIZAÇÃO MICROESTRUTURAL E MECÂNICA DO TITÂNIO COMERCIALMENTE PURO E DA LIGA Ti-6Al-4V UTILIZADOS COMO BIOMATERIAL (IMPLANTES)

Carla Lima Aguiar e Antonio Augusto Couto  
Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares - IPEN

## INTRODUÇÃO

Um biomaterial pode ser definido como uma substância ou combinação de duas ou mais substâncias, de natureza sintética ou natural, utilizado por um período de tempo para melhorar, aumentar ou substituir, parcial ou inteiramente, tecido ou órgãos [1]. Os implantes metálicos, de uma forma geral, trabalham sob a ação de carregamentos mecânicos complexos em meio salino. Os metais utilizados como implantes requerem, além de resistência mecânica adequada, boas propriedades de resistência à corrosão. [2]. O titânio e suas ligas atendem essas exigências em um grau muito elevado. O uso desses em aplicações ortopédicas e odontológicas é principalmente limitado à liga Ti-6Al-4V e ao titânio comercialmente puro. O titânio é um elemento alotrópico que existe em mais de uma forma cristalográfica. À temperatura ambiente, o titânio tem estrutura hexagonal compacta (hcp) representada como fase  $\alpha$ . Essa estrutura transforma-se em cúbica de corpo centrado (fase  $\beta$ ) a 883°C [3]. Esta temperatura de transformação pode ser alterada por meio da adição de elementos de liga. Os elementos estabilizadores da fase  $\alpha$ , dentre os quais se destacam Al, Sn, Ga, C, O, N, elevam essa temperatura, ao passo que elementos estabilizadores da fase  $\beta$ , como V, Mo, Ni, Cu, Fe, Cr, Ta diminuem esta temperatura. A manipulação das fases presentes por meio de adições de elementos de liga e de tratamentos termomecânicos constitui a base para o desenvolvimento de diversas ligas com diferentes propriedades [3].

## OBJETIVO

Caracterizar a microestrutura do titânio comercialmente puro e da liga Ti-6Al-4V, por meio de microscopia óptica e microscopia eletrônica de varredura, visando observar tanto a fase  $\alpha$  como a fase  $\beta$  das referidas ligas.

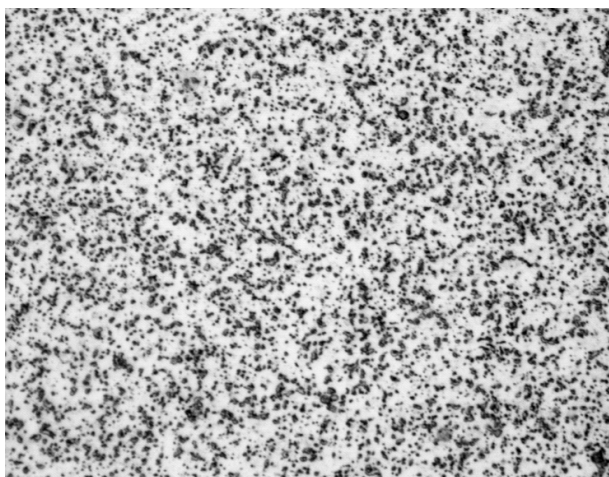
## METODOLOGIA

A preparação das amostras metalográficas, para caracterização por microscopia óptica e eletrônica de varredura foram feitas por meio de técnicas convencionais de corte, embutimento a quente em baquelite e lixamento. Em seguida, as amostras foram polidas em politriz automática, utilizando pasta de diamante de 1, 3 e 6  $\mu\text{m}$  como abrasivo. Foi feito também polimento eletrolítico. A solução utilizada foi de 260 mL de sílica coloidal, 40 mL de  $\text{H}_2\text{O}_2$ , 1 mL de  $\text{HNO}_3$  e 0,5 mL de HF. O ataque químico foi feito com uma solução de 1,5% em volume de ácido fluorídrico (HF), 3,5% em volume de ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) e água destilada. As amostras atacadas foram observadas e fotografadas num microscópio óptico Olympus, acoplado a um sistema de digitalização e análise de imagens da Leica-Cambridge. As observações por microscopia eletrônica de varredura (MEV) foram feitas num microscópio Philips XL-30.

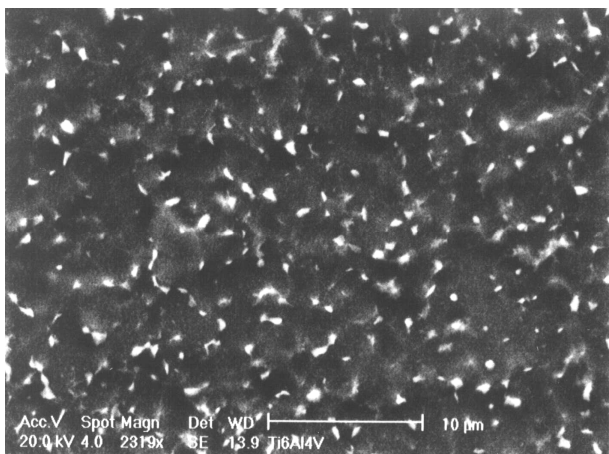
## RESULTADOS

Na Figura 1 é apresentada micrografia típica, observada por microscopia óptica, da amostra de Ti-6Al-4V na condição como

recebida (recozida a 800°C/2h). Nota-se nestas figuras a presença das fases  $\alpha$  e  $\beta$ . A fase  $\beta$  parece estar distribuída homoganeamente nos contornos da fase  $\alpha$ . As observações foram confirmadas por microscopia eletrônica de varredura, como pode ser visto na imagem de elétrons retroespalhados desta amostra, apresentada na Figura 2.

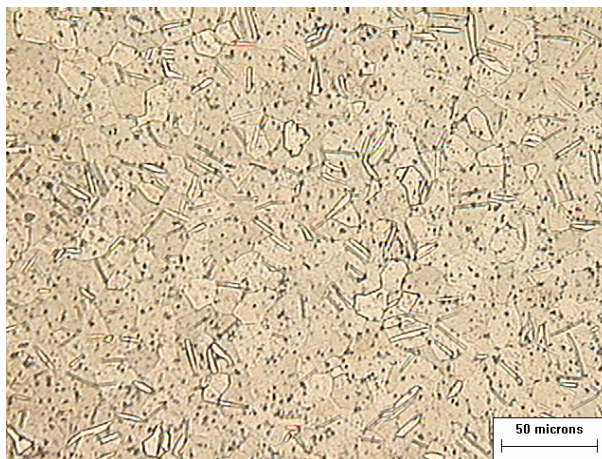


**Figura 1.** Micrografia da liga Ti-6Al-4V observada por microscopia óptica. (500X)



**Figura 2.** Micrografia da liga Ti-6Al-4V observada por MEV, utilizando elétrons retroespalhados.

Na Figura 3 é apresentada a micrografia típica, observada por microscopia óptica, da amostra de titânio comercialmente puro na condição como recebida. Nota-se que esta figura é composta de grão de uma única fase ( $\alpha$  – hcp). Nesta figura pode também ser observada a presença de maclas.



**Figura 3.** Micrografia do titânio puro observada por microscopia óptica.

## CONCLUSÕES

Em decorrência do estudo realizado na liga Ti-6Al-4V e no titânio comercialmente puro pode-se concluir que:

- A liga Ti-6Al-4V apresentou duas estruturas cristalinas:  $\alpha$  (hcp) e  $\beta$  (bcc). A fase  $\beta$  aparece distribuída homoganeamente, provavelmente nos contornos de grão  $\alpha$ .
- O titânio puro mostrou apenas a fase  $\alpha$  (hcp), evidenciando também a presença de maclas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] PARK, J. B. Biomaterials Science and Engineering. *Biomaterials*, v.6, p. 213-214, maio/1985.

[2] LONG, M.; RACH, H. J. Titanium alloys in total joint replacement: a materials science perspective. *Biomaterials*. v.19, p.1621-1639, setembro/1998.

[3] AMERICAN SOCIETY FOR METALS (ASM) *Metals Handbook*, Ohio, 9 ed., p.458-475, 1980; v.9.

## APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPq.