

# Produção e Caracterização de Biocerâmicas para Reconstrução Óssea

**Sílvia Rachel de Albuquerque Santos**, Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Laboratório de Biomateriais, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, e-mail: [silvia@cbpf.br](mailto:silvia@cbpf.br)

**Alexandre Malta Rossi**, Laboratório de Biomateriais, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, e-mail: [rossi@cbpf.br](mailto:rossi@cbpf.br)

**Elena Mavropoulos**, Laboratório de Biomateriais, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, e-mail: [elena@cbpf.br](mailto:elena@cbpf.br)

**Marcelo Henrique Prado da Silva**, Departamento de Engenharia Mecânica e de Materiais, Instituto Militar de Engenharia, Laboratório de Biomateriais, Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas, e-mail: [mhprado@cbpf.br](mailto:mhprado@cbpf.br)

## Introdução

O osso humano é um material compósito natural formado por fases orgânicas e minerais. O constituinte mais abundante da fase mineral do osso consiste de nanopartículas de fosfato de cálcio. Essas nanopartículas reforçam a matriz de colágeno, conferindo a resistência mecânica característica do osso humano. O composto sintético mais próximo à fase mineral do osso humano é a hidroxiapatita,  $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ . No caso das apatitas biológicas, ocorrem substituições por íons  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{F}^-$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$  dentre outros (LeGeros, 1991).

O desenvolvimento de materiais cerâmicos biocompatíveis, com arquitetura otimizada para a regeneração de tecido ósseo, é um campo promissor da bioengenharia. Os biomateriais mais utilizadas para preenchimento de defeitos ósseos são as biocerâmicas, os biovidros e os compósitos biovidro-biocerâmica. Esses materiais costumam ser implantados sob a forma de grânulos ou blocos porosos. Dentre as biocerâmicas bioativas, destacam-se a hidroxiapatita (HA) e o fosfato tricálcio,  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$  (Ratner, 1996). O fosfato tricálcio pode apresentar duas variações alotrópicas: quando apresenta simetria romboédrica, é definido como fosfato tricálcio do tipo  $\beta$  ( $\beta$ -TCP) e quando apresenta simetria ortorrômbica, é definido como fosfato

tricálcio do tipo  $\alpha$  ( $\alpha$ -TCP). A fase  $\alpha$ -TCP é a mais solúvel dentre os três fosfatos de cálcio citados, sendo rapidamente reabsorvida pelo organismo quando implantada. O controle da quantidade relativa de fases durante o processo de produção de biocerâmicas sintéticas permite a produção de materiais mais ou menos reabsorvíveis (Ratner, 1996, Hench, 2002).

As cerâmicas bioativas são aquelas que promovem a precipitação de uma camada de apatita semelhante à apatita biológica ("bone apatite"), quando em contato com os líquidos corpóreos. Esses materiais formam uma ligação química com o osso e podem ser usadas como revestimentos em metais ou para preenchimento de defeitos ósseos causados por tumores ou traumas. A funcionalização de superfícies biocerâmicas através da adsorção de proteínas, permite a adesão seletiva de células específicas quando o material é implantado. No presente trabalho, albumina de soro bovino (BSA) e insulina foram adsorvidas em hidroxiapatita.

O presente trabalho apresenta os principais biomateriais cerâmicos produzidos e caracterizados no Laboratório de Biocerâmicas do CBPF.

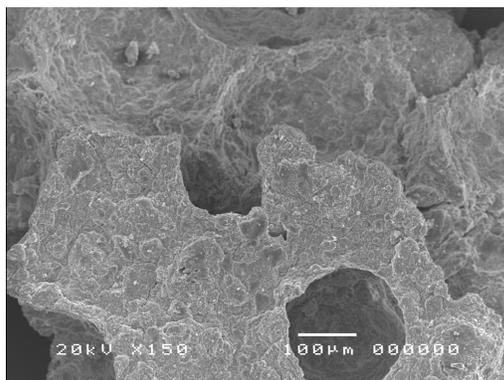
## Materiais e Métodos

A hidroxiapatita utilizada no presente trabalho foi produzida por precipitação em meio

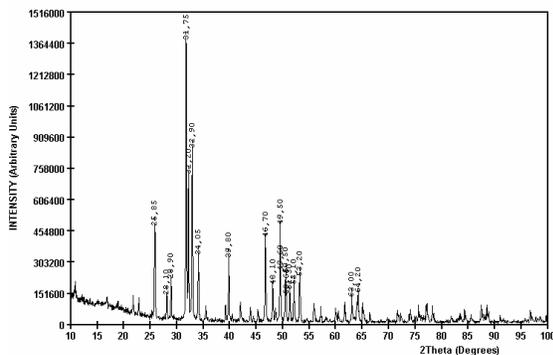
aquoso a partir de soluções ricas em íons  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{PO}_4^{3-}$ . As biocerâmicas foram processadas sob a forma de arcabouços porosos, esferas compósitas de hidroxiapatita + alginato de cálcio, grânulos macro e microporosos e pastilhas densas. A adsorção das proteínas foi quantificada por espectroscopia do ultra-violeta e do visível. Os materiais foram caracterizados por difração de raios-X, espectroscopia de infravermelhos por transformada de Fourier e microscopia eletrônica de varredura com microanálise de raios-X por energia dispersiva (EDS).

### Resultados

A Figura 1 apresenta os resultados de caracterização de grânulos porosos de hidroxiapatita em MEV e DRX. O material produzido apresenta macroporos com diâmetros superiores a 100  $\mu\text{m}$  e microporos.



(a)

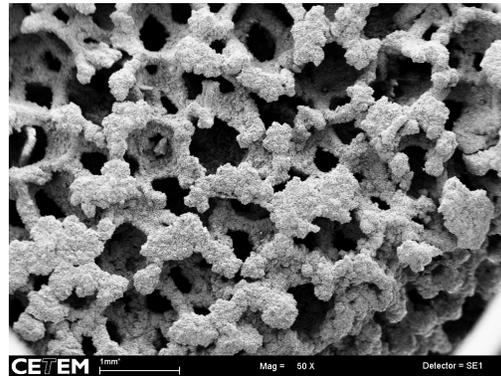


(b)

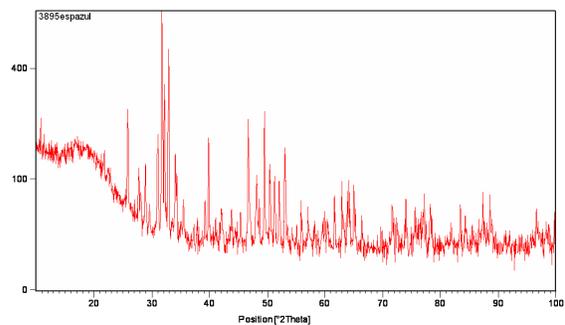
**Figura 1: Imagem em MEV de grânulos porosos para reparação óssea (a) com respectivo difratograma de raios-X (b), indicando a presença de hidroxiapatita.**

Os arcabouços porosos tridimensionais são apresentados na Figura 2. A caracterização por difração de raios-X (DRX) confirma a

presença de hidroxiapatita e beta-TCP. O caráter bifásico torna essa cerâmica bifásica mais reabsorvível, sendo indicada como material de enxerto ósseo (Ratner, 1996, Hench, 2002).



(a)



(b)

**Figura 2: Análise em MEV de arcabouços porosos tridimensionais e respectivo difratograma de raios-X (b) indicando a presença de hidroxiapatita e  $\beta$ -TCP.**

### Referências bibliográficas

- LEGEROS, R., 1991, Calcium Phosphates in Oral Biology and Medicine. S. Karger Pub., U.S.A.
- Ratner, B. D., 1996, Biomaterials Science - An Introduction to Materials in Medicine. Academic Press, N. Y., U.S.A.
- Hench, L. L., Polak, M.J., 2002, Third-Generation Biomedical Materials, Science 295 (5557): 1014-1017.