

# Crescimento de apatitas sobre superfícies de Ti modificadas com filme híbrido Langmuir-Blodgett de dihexadecil fosfato e $\text{CaCO}_3$

Marcos A. E. Cruz\* (IC), Gilia C. Ruiz (PG), Ana P. Ramos (PQ)

Departamento de Química, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo  
Avenida Bandeirantes, 3900, Bairro Monte Alegre, Ribeirão Preto, São Paulo, Brasil

\*marcos.antonio.cruz@usp.br

Palavras Chave: Biomateriais, Filmes Langmuir-Blodgett, Carbonato de Cálcio, SBF

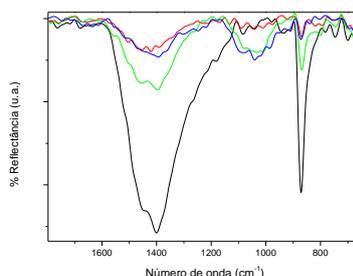
## Introdução

A modificação de superfícies de Ti, um dos biomateriais mais utilizados em processos de reparo e substituição óssea, é empregada com o intuito de aumentar a biocompatibilidade, a osteoindução e a osteointegração entre o material implantado e o tecido ósseo. Nesse sentido, uma tendência observada é a criação de superfícies bioativas que simulam em composição e estrutura o tecido ósseo, como por exemplo, o crescimento de apatitas e  $\text{CaCO}_3$  sobre as superfícies, que são biominerais já conhecidos por suas propriedades osteoindutoras e integradoras<sup>1</sup>. Um modo de promover e direcionar o crescimento de  $\text{CaCO}_3$  sobre superfícies de Ti é o uso de filmes Langmuir-Blodgett (LB)<sup>2</sup>, onde íons  $\text{Ca}^{2+}$  interagem com monocamadas de lipídeos adequados que podem ser transferidas para suportes sólidos formando os filmes LB. Nesse sistema biomimético, os íons  $\text{Ca}^{2+}$  atuam como pontos de nucleação para o crescimento de minerais.

Nesse estudo, superfícies de Ti foram modificadas com filmes LB de 6 camadas do fosfolípido dihexadecil fosfato (DHP) contendo íons  $\text{Ca}^{2+}$  e expostas a  $\text{CO}_2(\text{g})$  para o crescimento de  $\text{CaCO}_3$ . As superfícies assim modificadas foram expostas a solução que simula o pH e a concentração de íons no corpo humano (SBF), a  $37^\circ\text{C}$  por 12, 24 e 36h para testes de bioatividade<sup>3</sup> por meio da formação de apatitas.

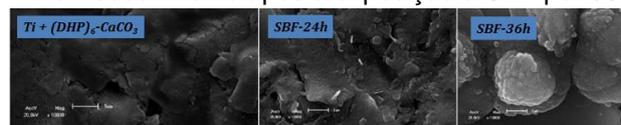
## Resultados e Discussão

A formação de  $\text{CaCO}_3$  sobre a superfície de Ti modificada com o filme LB foi comprovada por espectroscopia na região do infravermelho (FTIR-ATR), pela presença de bandas em  $1400$  e  $860\text{ cm}^{-1}$ , associadas ao grupo  $\text{CO}_3^{2-}$ . Após a exposição das superfícies de Ti modificadas com  $\text{CaCO}_3$  à SBF, nota-se o aparecimento de uma banda complexa na região de  $1000-1100\text{ cm}^{-1}$ , associada ao grupo fosfato, atribuído à presença de apatita. Nota-se ainda, que à medida que aumenta-se o tempo de exposição a SBF, a intensidade da banda atribuída ao grupo fosfato aumenta, enquanto que a banda atribuída ao grupo carbonato, decresce, evidenciando que ocorre maior formação de apatitas em maior tempo de exposição à SBF.



**Figura 1.** Espectro FTIR-ATR para a superfície de Ti modificada com  $\text{CaCO}_3$  (linha preta), após a exposição a SBF por 12h (vermelha), 24h (verde) e 36h (azul).

Imagens de Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) (Fig. 2), mostraram mudança de morfologia entre a superfície de Ti puro e após a modificação com o recobrimento pela fase  $\text{CaCO}_3$ . Nota-se um maior recobrimento após a exposição à SBF por 36h.



**Figura 2:** Imagens de MEV da superfície de Ti modificada com  $\text{CaCO}_3$  e após exposição a SBF.

A superfície de Ti recoberta com o filme de  $\text{CaCO}_3$  mostrou maior ângulo de contato com água ( $68,8 \pm 2,3^\circ$ ) quando comparado ao Ti puro ( $25,9 \pm 1,2^\circ$ ). Após a exposição da superfície modificada com  $\text{CaCO}_3$  à SBF por 36h nota-se aumento na hidrofiliabilidade ( $5,2 \pm 0,9^\circ$ ) e energia superficial ( $73,0 \pm 5,6\text{ mJ.m}^{-2}$ ), associado à formação de apatita. Na amostra em que houve a exposição por 36h à SBF, foi encontrada por análise de Energia Dispersiva de Raios-X a razão molar Ca/P de 1,63, evidenciando a formação de apatita sobre a superfície de Ti modificada com  $\text{CaCO}_3$ .

## Conclusões

O filme LB promoveu o crescimento direcionado de  $\text{CaCO}_3$  sobre a superfície de Ti. A exposição à SBF das superfícies modificadas com  $\text{CaCO}_3$  possibilitou o crescimento de apatitas sobre as mesmas, atestando assim sua bioatividade.

## Agradecimentos

FAPESP (Processo 2012/22689-8 e 2012/20946-3), Pró-Reitoria de Pesquisa (USP) e Capes.

<sup>1</sup> Bauer, S. et al. *Prog. Mater. Sci.* **2013**, 58, 261.

<sup>2</sup> Ramos, A. P. et al. *Colloids Surf., B*, **2012**, 95, 178.

<sup>3</sup> Tas, C. A. *Biomaterials*, **2000**, 21, 1429.