

Lucas F. B. Nogueira<sup>1\*</sup>, Ana P. Ramos<sup>2</sup>.

1. Estudante de IC do Departamento de Química, FFCLRP, USP, Ribeirão Preto/SP; \*[lucas.fabricio.nogueira@usp.br](mailto:lucas.fabricio.nogueira@usp.br)  
 2. Pesquisador do Departamento de Química, FFCLRP, USP, Ribeirão Preto/SP.

Palavras Chave: *Material híbrido, membranas biopoliméricas, colágeno.*

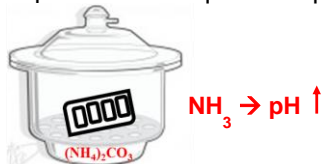
## Introdução

Biomateriais são materiais utilizados em contato próximo ou direto ao corpo para reparar ou substituir materiais imperfeitos assim como aperfeiçoar o funcionamento de um sistema.<sup>1</sup> Uma das principais preocupações no desenvolvimento de biomateriais está relacionada a biocompatibilidade dos seus constituintes, pois, para uma determinada aplicação, espera-se que o contato desse material com tecidos vivos, fluidos corporais resulte em ínfimas reações inflamatórias.<sup>1</sup> Nesta perspectiva, podemos destacar alguns aspectos sobre a constituição do osso, sendo este um material natural híbrido orgânico-inorgânico natural composto por cerca de 65 a 70% de hidroxiapatita e o restante, 35 a 30%, corresponde a uma fase orgânica a qual é composta por colágeno, em sua maior parte, e por outras proteínas carregadas negativamente.<sup>2</sup> Diversos estudos têm sido realizados para o desenvolvimento de biomateriais baseados em híbridos orgânico-inorgânico.<sup>2,3,4</sup> Estas combinações de fases orgânicas e inorgânicas têm sido investigadas para o na engenharia de tecidos ósseos buscando-se materiais que mimetizem, além da composição química, a organização estrutural do osso.

Assim, esse estudo visa aliar as propriedades de biopolímeros no preparo de superfícies bioativas que mimetizem o tecido ósseo e permitam, principalmente, compreender o processo pelo qual as interfaces influenciam na viabilidade de osteoblastos, relacionando-se composição, morfologia e energia superficial.

## Resultados e Discussão

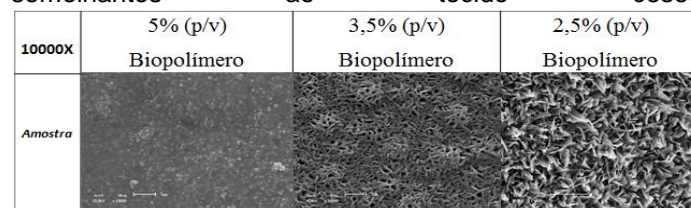
Para o preparo das membranas utilizou-se ι-carragenana, um polissacarídeo sulfatado extraído de algas vermelhas e colágeno dissolvidos em misturas de CaCl<sub>2</sub> e H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>. A formação dos materiais híbridos deu-se pela exposição das membranas a um recipiente fechado contendo (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>. A figura 1 apresenta o esquema experimental.



**Figura 1.** Esquema da exposição dos hidrogéis a um recipiente fechado contendo (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Por meio das micrografias eletrônicas de varredura, apresentadas na figura 2, das amostras contendo 50% Carragenana:50% Colágeno, nas 3 composições totais de biopolímeros adotadas, 5%, 3,5% e 2,5wt%, expostas a atmosfera de CO<sub>2(g)</sub> por 7 horas, confirmou-se a formação de uma fase mineral particulada nanoestruturada, que formam aglomerados encrustados e dispersos por toda a matriz orgânica, resultando em um recobrimento contínuo e homogêneo. Além disso, notou-se morfologias superficiais distintas em função do aumento da concentração de biopolímero nas membranas, que leva a uma grande aproximação das cadeias e redução do

tamanho de poros. Em concentrações 2,5% e 3,5% notou-se estruturas porosas e altamente organizadas, semelhantes ao tecido ósseo.



**Figura 2.** Micrografias eletrônicas de varredura das amostras contendo 5%, 3,5% e 2,5wt% de biopolímero

Os difratogramas de raios-X dessas amostras mostraram que a exposição das matrizes preparadas, contendo íons cálcio e fosfato, a CO<sub>2(g)</sub> por 7 horas levou à formação das estruturas cristalinas brushita e hidroxiapatita, de acordo com os respectivos padrões de difração CaPO<sub>3</sub>(OH)·2H<sub>2</sub>O e (Ca)<sub>10</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>(OH)<sub>2</sub>. Para a matriz 5% notou-se uma formação preferencial para o polimorfo brushita. Já para as matrizes 3,5% e 2,5% obteve-se a formação de ambos os polimorfos, entretanto, observa-se a formação de uma maior quantidade de hidroxiapatita para a matriz 3,5% e de brushita para matriz 2,5%. A energia livre superficial (SFE), investigadas por meio de medidas de ângulo de contato (θ) de três solventes com diferentes polaridades, para as membranas contendo um total de 5% e 3,5wt% de biopolímero esteve em torno de 65 J.m<sup>-2</sup>. Entretanto, a amostra 1,75% ι-Carragenana:1,75% Colágeno apresentou a SFE e componente polar (γ<sup>P</sup>) mais elevadas.

## Conclusões

As análises de DRX permitiram identificar a formação de fosfato de cálcio organizado estruturalmente na forma de brushita e de hidroxiapatita depositados nos interstícios de membranas biopoliméricas compostas por ι-carragenana e colágeno. A organização estrutural da fase mineral se mostrou dependente das concentrações dos biopolímeros empregados, como observado nas micrografias eletrônicas. Além disso, diferentes composições e organizações estruturais da matriz orgânica não ocasionaram significativas alterações na molhabilidade das membranas híbridas, evidenciadas pelos valores de θ com água e tampouco na SFE.

## Agradecimentos

FAPESP (2015/21694-6) e CNPq (800885/2014-7)

- 1) NAVARRO, M.; MICHIARDI, A.; CASTANO, O.; PLANELL, J. A.; Journal of the Royal Society Interface, v. 5, n. 27, p. 1137-1158, 2008.
- 2) AMBRE, A. H.; KATTI, D. R.; KATTI, K. S.; Journal of Biomedical Materials Research Part A, v. 103, n. 6, p. 2077-2101, 2015.
- 3) LIU, H.; CHENG, J.; CHEN, F.; HOU, F.; BAI, D.; XI, P.; ZENG, Z.; ACS applied materials & interfaces, v. 6, n. 5, p. 3132-3140, 2014.
- 4) NOGUEIRA, L. F. B.; MANIGLIA, B. C.; PEREIRA, L. S.; TAPIA-BLÁCIDO, D. R.; RAMOS, A. P. et al. Materials Science and Engineering: C, v. 58, p. 1-6, 2016.