

CARACTERIZAÇÃO DE SUPORTE POROSO PARA IMPLANTES (SCAFFOLDS) UTILIZANDO HAp E UM ELEMENTO ESPAÇADOR NCL (SPACE HOLDER) VIA TÉCNICAS DA METALURGIA DO PÓ.

Laura Maria Guadalupe Marquini Martins Navas¹ (PIBIC/CNPq/FA/Uem),
Wilson Ricardo Weinand² (Orientador), e-mail: lauramarquini@uem.br.

¹Universidade Estadual de Maringá/ Centro de Tecnologia, Departamento de Engenharia Química. ²Universidade Estadual de Maringá/ Centro de Ciências Exatas, Departamento de Física

Área: Ciências Exatas e da Terra, Física.

Palavras-chave: scaffolds, porosidade, resistência a compressão.

Resumo:

Neste trabalho utilizou-se hidroxiapatita (HAp) para a confecção de suportes porosos (*scaffolds*). A HAp foi obtida a partir da calcinação de ossos de peixes a 900°C, moída em moinho de alta energia e misturada a um agente espaçador NCL. Na sequência, a mistura foi conformada em prensa uniaxial na forma cilíndrica e sinterizada a 1100°C. Os *scaffolds* produzidos foram caracterizados pelas técnicas de difração de raios-X, espectroscopia μ -Raman, microscopia eletrônica de varredura (MEV) e resistência a compressão. A densidade e a porosidade foram avaliadas pelo princípio de Archimedes e a interconectividade dos poros foi verificada por ensaio de capilaridade. Os *scaffolds* produzidos possuem porosidade e conectividade de poros adequada para o uso em implantes.

Introdução

Suportes porosos (*scaffolds*) produzidos a partir de materiais biocompatíveis são plataformas temporárias utilizados para a regeneração de tecidos ósseos danificados por diferentes causas (Bonadio, T., 2014). Construídos a partir de materiais metálicos, cerâmicos, poliméricos ou pela combinação desses, os suportes porosos (*scaffolds*), são estruturas que proporcionam uma integridade mecânica temporária onde as células sanguíneas irão migrar e irrigar a região para proporcionar o crescimento do osso novo (Arifvianto, B 2014).

A produção de *scaffolds* pode ser feita pelo método do agente espaçador, que consiste na adição de um material (pó) que deverá evaporar completamente durante a sinterização, agindo como um formador dos poros. *Scaffolds* produzidos de cerâmicas bioativas, como a hidroxiapatita $[\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2]$, apresentam similaridade química com o tecido ósseo e aumentam a área de contato com as células sanguíneas por meio de poros interconectados, viabilizando uma regeneração mais rápida pela maior interação entre o tecido vivo e o material implantado (Swain, S., 2009).

Materiais e métodos

A partir da regra das misturas, foram preparadas amostras com quatro composições volumétricas diferentes: 70% de HAp e 30% de NCL; 60% de HAp e 40% de NCL; 50% de HAp 50% NCL e 40% de HAp 60% NCL. A hidroxiapatita usada foi obtida pela calcinação de ossos de peixes, a 900°C, e moída em moinho de alta energia por 4 h. O agente espaçador (NCL) de granulometria conhecida (150 a 250 µm) foi misturado a HAp, para alcançar um nível de poros maior e mais controlável. Essa mistura passou por um processo de homogeneização para maior uniformidade de poros na amostra produzida. A mistura foi conformada primeiramente, em uma prensa uniaxial e depois em prensa isostática e sinterizado a 1100°C. Os *scaffolds* foram analisados por ensaios de densidade e porosidade (Princípio de Arquimedes), resistência a compressão e capilaridade no qual foi utilizado uma solução de *serum* bovino com corante vermelho. Na Figura 1 é apresentado o esquema representativo dos procedimentos experimentais.

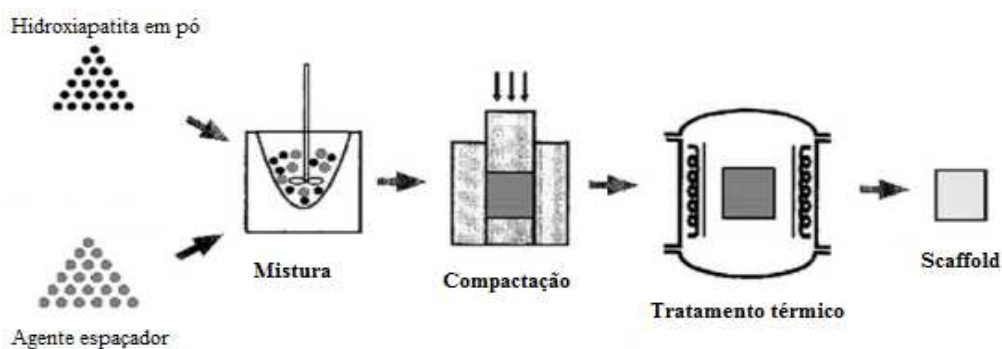


Figura 1 – Esquema do método de *Space Holder* através da Metalurgia do Pó. (Arifvianto, B. 2014)

Resultados e Discussão

Na Figura 2(A) são apresentados os resultados de densidade e porosidade, determinados pelo Princípio de Archimedes. Observa-se um crescimento da porosidade com o aumento do vol.% de NCL de 38% (30NCL) para 65% (60NCL). A correlação entre a resistência a compressão e a porosidade está apresentada na Figura 2(B). Essa correlação infere que a amostra com maior percentual de *space holder*, ou seja, com maior porosidade, possui a menor resistência a compressão, de forma que guarda uma relação inversa com a porosidade, variando de 2,74 MPa na amostra com porosidade de 65%, para 30,7 MPa na amostra com porosidade de 38%.

Na Figura 3 (A – C) são apresentadas as micrografias obtidas por MEV da superfície de fratura dos *scaffolds* produzidos pelo método proposto em função da quantidade (vol.%) de NCL (*space holder*), a saber: 30, 40, 50 e 60%. Observa-se uma maior quantidade de poros nas amostras com maior

teor (%) de NCL. Os poros mostram uma morfologia arredondada, conectados entre si, e com diâmetros entre aproximadamente 50 e 300 μm , intervalo este, que permite a migração, o transporte celular e o desenvolvimento de uma rede vasos capilares essenciais para a neoformação óssea.

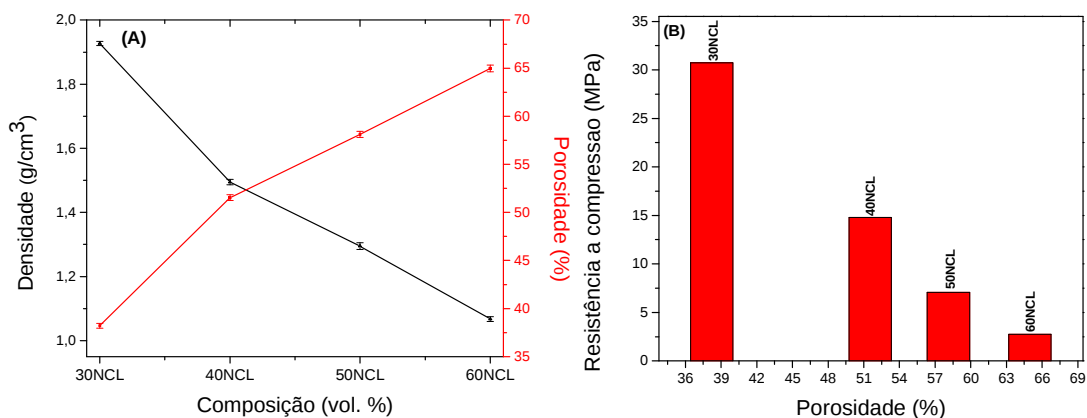


Figura 2. (A) Variação da densidade e porosidade e (B) correlação entre resistência a compressão e porosidade.

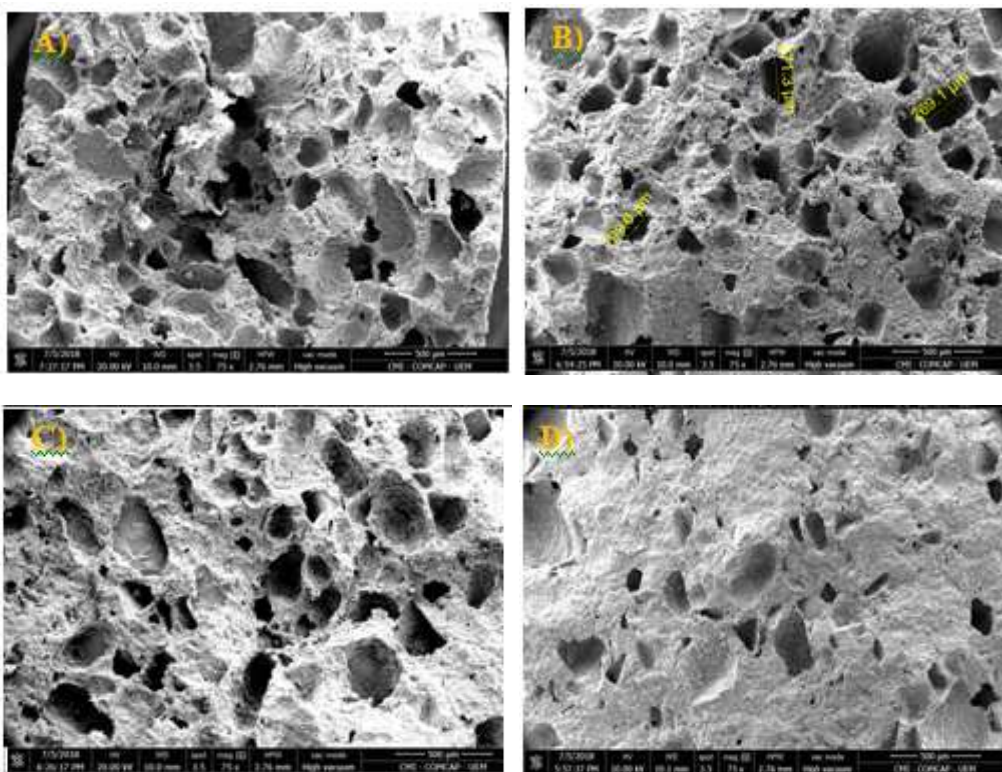


Figura 3 - Micrografias da fratura das amostras 60NCL (A), 50NCL (B), 40NCL e 30NCL.

No ensaio de capilaridade do *scaffold* 60NCL, apresentado na Figura 4, o fluido utilizado chegou ao topo do *scaffold*, com 15 mm de altura, no tempo de 85 s. Essa rápida ascensão mostra alta interconectividade e

tamanhos de poros, que possibilitam o crescimento de células/tecidos, difusão de nutrientes, produção de matriz óssea e vascularização.



Figura 4 – Ensaio de capilaridade do scaffold com 60% de NCL

Conclusões

Os *scaffolds* com NCL apresentam porosidade e conectividade de poros adequada para o uso em implantes. O tamanho de poros encontrados está dentro do ideal para compor plataformas temporárias utilizados para a regeneração de tecidos ósseos danificados.

Agradecimentos

Os autores agradecem às agências de fomento CNPq e Fundação Araucária.

Referências

Arifvianto, B. and Zhou, J. (2014). Fabrication of Metallic Biomedical Scaffolds with the Space Holder Method: A Review. **Materials**, 7(5), pp.3588-3622.

Bonadio, T. (2014). **Biocompósitos de pentóxido de nióbio, hidroxiapatita e β - fosfato tricálcico: produção, caracterização e estudos in vivo como suportes ósseos denso e poroso**. Doutorado. Universidade Estadual de Maringá.

Swain, S. (2009). **Processing of Porous Hydroxyapatite Scaffold**. Mestrando. National Institute of Technology Rourkela