OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOERÂMICAS VÍTREAS DOPADAS COM FERRO.

Ráfaga Wiecheteck Vurobi (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), José Flávio Marcelino Borges, e-mail: fborges@uepg.br

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Física.

ENGENHARIAS DE MATERIAIS E METALÚRGICA; MATERIAIS NÃO METÁLICOS; CERÂMICOS: 3.03.05.02-0

Palavras-chave: Vidros cerâmicos, dopagem com ferro, biomateriais, cerâmicas biocompativeis.

Resumo

Neste trabalho apresentam-se os resultados obtidos com a preparação e caracterização de amostras de vidros cerâmicos dopados com ferro. A ideia principal é usar um material biocompatível, com resposta magnética, para que, com a aplicação de campos magnéticos externos oscilantes, uma determinada prótese feita com o material, hora em estudo, possa aquecer e matar eventuais células cancerígenas na periferia da prótese. Em nosso estudo um tipo padrão de vidro cerâmico biocompatível foi dopado com 10 e 30 % molar de ferro. Análises de Difratometria de Raios-X foram usadas para a caracterização estrutural e análises de Espectroscopia Mössbauer, na geometria de transmissão, foram usadas para a caracterização magnética das amostras.

Introdução

Biocerâmicas são materiais utilizados como implantes ósseos, e que tem sido objeto de muitos estudos desde a criação da primeira composição, no início da década de 1970. Esses materiais diferem dos outros materiais utilizados em implantes por sua capacidade de ligar-se espontaneamente pelo material implantado. [1,2]

Além das características já mencionadas acima, biocerâmicas podem ser dopadas com ferro, criando um material que quando submetido ao campo magnético alternado, aquece-se chegando a uma temperatura de aproximadamente 45ºC.[3] Essa propriedade torna esses implantes um meio eficaz de combater tumores, já que as células cancerígenas são mais sensíveis ao calor do que as células saudáveis, e morrem durante o processo. [4,5]

Em termos de análise, o calor gerado nesses implantes deve-se a presença de magnetita (Fe_3O_4). Na biocerâmica que foi produzida neste trabalho a magnetita foi gerada a partir do Fe_2O_3, no sistema $[0{,}45(CaO{,}P_2O_4) + (0{,}52 - x)SiO_2 + xFe_2O_3 + 0{,}03Na_2O]$, que é o sistema escolhido para o objeto desse estudo. Aqui foram preparadas duas amostras desse material, uma contendo uma concentração de Fe_2O_3 x = 0,10 mols e a outra x = 0,30 mols. A simples mudança nessa composição foi capaz de fornecer dois materiais bem diferentes entre si.

Materiais e Métodos

Podemos listar os materiais exigidos na preparação das biocerâmicas escolhidas como sendo: Óxido de Ferro III (Fe_2O_3), Carbonato de Cálcio ($CaCO_3$), Dióxido de Silício e/ou Sílica (SiO_2), Dihidrogenofosfato de Sódio Monohidratado ($NaH_2PO_4.H_2O$), Pentóxido de Difosfato (P_2O_5).

Como ponto de partida, cálculos estequiométricos tornam-se necessários para aferirmos valores adequados dos reagentes na confecção das amostragens. Os valores entre 0,10 e 0,30 mols de Fe_2O_3 foram selecionados com base em processos experimentais prévios. As amostras foram denominadas Biocefe 1 e Biocefe 3 respectivamente.

As amostras obtidas foram submetidas a um tratamento de moagem mecânica manual para a obtenção de um pó fino homogêneo, condição exigida para que as técnicas de análise – Difração de Raios-X e Espectroscopia Mössbauer.

Resultados e Discussão

As análises por Raios-X podem ser vistas nas Figuras 1 e 2 que se segue.

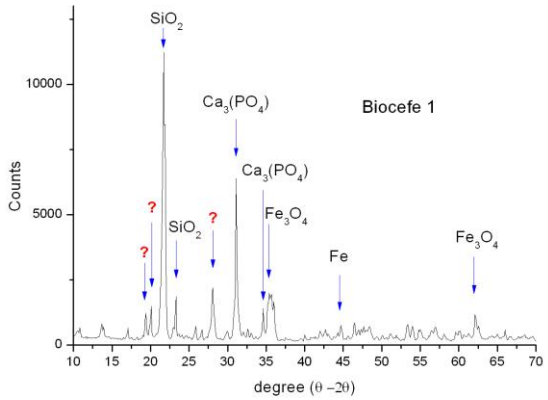


Figura 1 – Gráfico da análise de Raios-X da amostra Biocefe 1.

Na figura acima é possível ver que a menor quantidade de Fe_2O_3 utilizada na preparação da Biocefe 1, resultou numa possível interação de maior intensidade com o elemento Cálcio (Ca) durante as fases de tratamento térmico. Tal interação nos permite teorizar a ocorrência de um processo de substituição do cálcio (Ca) por ferro (Fe) nas estruturas de $Ca_3(PO_4)$, fator determinante no deslocamento para esquerda dos picos desta estrutura. Podemos citar que, segundo a Figura 1, determinados picos de intensidade assinalados com um sinal de interrogação, correspondem a fases cristalinas formadas que não puderam ser identificadas claramente.

Com base na Figura 2 nota-se que devido à presença de maior quantidade de Fe_2O_3 na composição dos reagentes, durante o processo de tratamento térmico, houve uma possível redução de interação entre os elementos ferro (Fe) e cálcio (Ca). Por conseguinte, identifica-se a aparição de picos intensos de Magnetita (Fe_3O_4), o que sugere a formação de “clusters” na estrutura do material. Portanto, é esperado um melhor desempenho magnético.

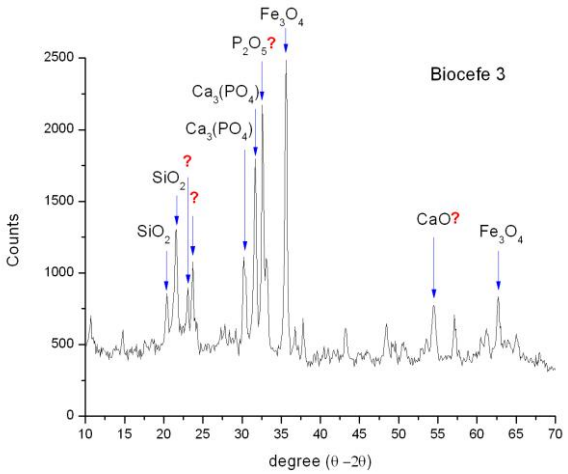


Figura 2 – Gráfico da análise de Raios-X da amostra Biocefe 3.

Na Figura 3, encontra-se representado os resultados da análise Mössbauer da amostra Biocefe 1.

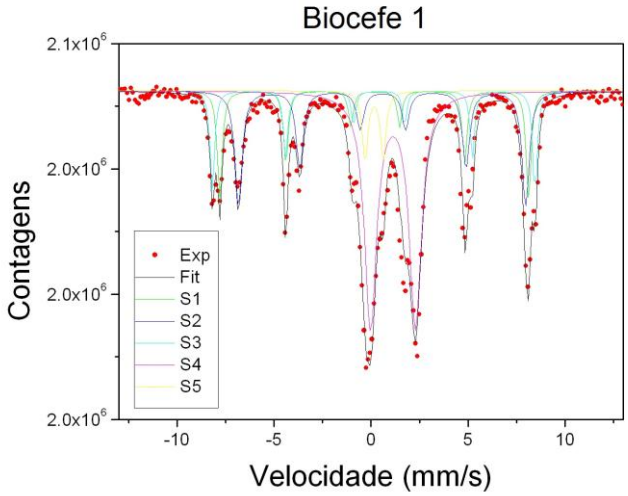


Figura 3 – Espectroscopia Mössbauer Biocefe 1.

A amostra Biocefe 1 foi ajustada com 05 sítios distintos identificados como sendo: Magnetita nos sítios 01 – representado pela curva verde – e 02 – destacado pela curva azul escuro –. Hematita observada através do sitio 03 representado pela curva em azul claro, além de uma fase paramagnética com Fe^{2+} no sítio 04 (curva roxa) e outra também paramagnética correspondente a Fe^{3+} delimitada pelo sítio 05 de cor amarela.

Na Figura 4, ilustra-se os resultados obtidos em um gráfico de análise Mössbauer correspondente a amostra Biocefe 3. Esta amostra caracteriza-se por apresentar 06 sítios distintos, os quais pode-se enunciar: Presença de Magnetita nos sítios 01 e 02 – representados pelas curvas verde e azul escuro, respectivamente –, a presença de Hematita identificada no sitio 03 (coloração azul clara), uma fase paramagnética de Fe^{2+} no sítio 04 (curva roxa), assim como uma fase paramagnética relacionada a Fe^{3+} balizada pelo sítio 05 de (coloração amarela). No entanto, a Biocefe 3 destaca-se por apresentar uma fase magnética (sítio 06) não identificada.

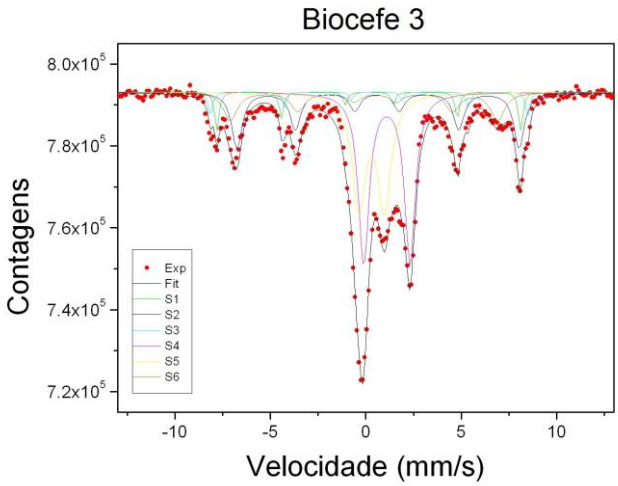


Figura 4 – Espectroscopia Mössbauer Biocefe 3.

Conclusões

É possível obter amostras cerâmicas vítreas mesmo com a presença de ferro metálico em sua composição. Dependendo da percentagem de dopante hematita Fe_2O_3 a amostra resultante pode ter diferentes concentrações de magnetita. Para baixas concentrações de hematita, após o tratamento, o ferro tende a entrar na estrutura do $Ca_3(PO_4)$, como substitucional do Cálcio.

Agradecimentos

Agradecemos ao Complexo de Laboratórios Multiusuário, Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul e a Fundação Araucária que forneceu a bolsa de Iniciação Científica.

Referências

[1] Ikenaga M, Ohura K, Nakamura T, Kotoura Y, Yamamuro T, Oka M, Ebisawa Y, Kokubo T. Hyperthermic treatment of experimental bone tumours with a bioactive ferromagnetic glass-ceramic. Bioceramics, vol. 4, 255 (1991).
[2] Kokubo K, Ebisawa Y, Sugimoto Y, Kiyama M, Ohura K, Yamamuro T, Hiraoka M, Abe M. Preparation of bioactive and ferromagnetic glass-ceramic for hyperthermia. Bioceramics, vol. 5, 213 (1992).
[3] Arcos D, del Real R P, Vallet-Regi M. A novel bioactive and magnetic biphasic material Biomaterials, vol. 23, 2151 (2002).
[4] Bretcanu O, Spriano S. Brovarone V C, Verné E. Synthesis and characterization of coprecipitation-derived ferromagnetic glass-ceramic. J. Mater. Sci. Vol 41, 1029 (2006).
[5] Leventouri Th, Kis A C, Thompson J R, Anderson I M. Structure, microstructure, and magnetism in ferromagnetic bioceramics. Biomaterials, vol 26, 4924 (2005).