OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOCERÂMICAS DOPADAS COM FERRO.

Ráfaga Wiecheteck Vurobi (PIBIC/FA), José Flávio Marcelino Borges (Orientador), 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, cerâmicas biocompativeis.

Resumo

Neste trabalho apresentam-se os resultados obtidos com a preparação/caracterização de amostras de biocerâmicos dopadas com ferro. O objetivo é usar um material biocompatível e magnética, para que, com a aplicação de campos magnéticos oscilantes, a prótese deste material, hora em estudo, possa aquecer e matar células cancerígenas na periferia da prótese. Logo, um tipo padrão de vidro silicato biocompatível foi dopado nas proporções de 10 a 30 % de ferro. Análises de Difratometria de Raios-X e Espectroscopia Mössbauer foram usadas na caracterização estrutural e caracterização magnética das amostras, respectivamente.

Introdução

Marcados por uma ampla utilização na área de saúde, os biomateriais destacam-se no emprego tecnológico de próteses como reparo craniano, implantes dentários, entre outras. Portanto, biocerâmicas ferromagnéticas capazes de atacarem células cancerígenas por hipertermia localizada, fundamentam uns dos múltiplos pilares vinculados ao presente trabalho.

O cuidadoso balanceamento das proporções molares, a caracterização estrutural e uma distinção sob o ponto de vista magnético e hiperfino; figuram como alguns dos métodos a serem empregados. Logo, uma integração entre técnicas de caracterização e desenvolvimento inovador de biomateriais, aplicados ao combate ao câncer, destaca-se na procura pelo cumprimento de metas estabelecidas conforme decorrerem as pesquisas relacionadas ao subprojeto.

Material e Métodos

Podemos listar os reagentes exigidos na preparação das biocerâmicas: Óxido de Ferro III (98% de pureza); Carbonato de Cálcio (99% de pureza); Dióxido de Silício (99% de pureza); Dihidrogenofosfato de Sódio Monohidratado (99% de pureza); Pentóxido de Difosfato (99% de pureza).

Realizaram-se cálculos estequiométricos das quantidades adequadas dos reagentes na confecção das amostras. As dopagens com 10, 15, 25 e 30% de Fe foram denominadas: Biocefe 10, Biocefe 15, Biocefe 25 e Biocefe 30.

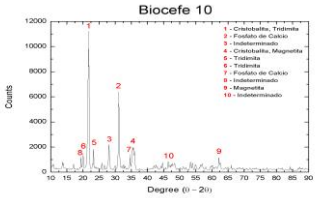
Os reagentes foram submetidos a etapas de homogeneização, secagem, processo de fusão por 1 hora a 1450 ºC e resfriamento a temperatura ambiente.

As amostras foram submetidas a um tratamento de moagem mecânica manual para a obtenção de um pó fino homogêneo, condição exigida pelas técnicas de análise empregadas.

Resultados e Discussão

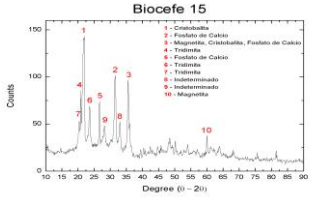
As análises de Difratograma de Raios-X podem ser observadas abaixo.

Figura 1 – Difratograma de Raios-X da amostra Biocefe 10.



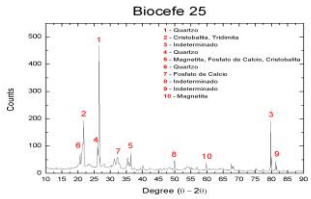
Na figura 1, os índices numéricos (1, 4, 5, 6) estão associados à formação de estruturas cristalinas de Cristobalita e Tridimita. Os índices (4, 9) correspondem a fases de Magnetita, enquanto que, os índices (2, 7), denotam a ocorrência cristalina de Fosfato de Cálcio. Os índices (3, 8, 10) representam fases cristalinas formadas que não puderam ser identificadas.

Figura 2 – Difratograma de Raios-X da amostra Biocefe 15.



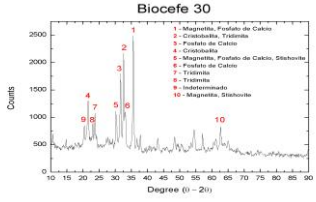
A figura 2 apresenta formação de Cristobalita e Tridimita nos índices numéricos (1, 3) e (4, 6, 7), respectivamente. Por outro lado, os índices (3, 10) balizam fases de cristalização de Magnetita. Todavia, os índices (2, 3, 5) contemplam de estruturas de Fosfato de Cálcio. Fases cristalinas formadas que não puderam correspondem aos índices numéricos (8, 9).

Figura 3 – Difratograma de Raios-X da amostra Biocefe 25.



Nota-se, na figura 3, a presença de cristalitos de Quartzo nos índices (1, 4, 6). Há cristalização de Cristobalita e Tridimita identificados pelos respectivos índices (2, 5) e (2). Logo, os índices (5, 10) delimitam fases de cristalinas de Magnetita. Têm-se a presença de cristalitos de Fosfato de Cálcio nos índices (5, 7). As fases cristalinas não identificadas correspondem aos índices (3, 8, 9).

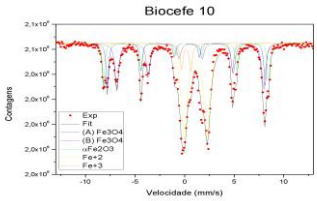
Figura 4 – Difratograma de Raios-X da amostra Biocefe 30.



Na figura 5, há formação cristalina de Stishovite denotadas pelos índices (5, 10). Os Índices (2, 4) e (2, 7, 8), respectivamente, exemplificam fases de Cristobalita

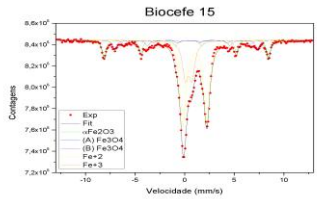
e Tridimita. Consequentemente, há a presença de Magnetita conforme os índices (1, 5, 10). Os índices (1, 5) balizam a ocorrência cristalina de Fosfato de Cálcio. As fases de cristalização indeterminadas estão representadas pelo índice numérico (9).

Figura 5 – Espectroscopia Mössbauer da amostra Biocefe 10.



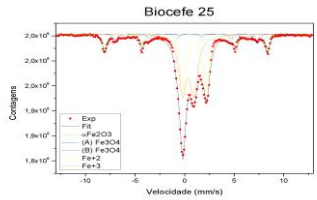
A amostra Biocefe 10 (figura 5) foi ajustada com 5 sítios; podemos identificar a presença de Magnetita com coordenação octaédrica (curva azul) e com coordenação tetraédrica (curva em roxo). Presença de Hematita (curva em verde). Fases paramagnéticas contendo Ferro ionizado identificado pelas curvas em amarelo e alaranjado, respectivamente.

Figura 6 – Espectroscopia Mössbauer da amostra Biocefe 15.



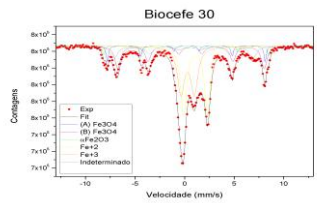
A amostra Biocefe 15 apresenta um ajuste com 5 sítios. Identificamos a presença de Magnetita com coordenação octaédrica (curva azul) e com coordenação tetraédrica (curva roxa). Presença de Hematita (curva verde). Fases paramagnéticas contendo Ferro ionizado – curvas nas cores amarela e laranja, respectivamente –.

Figura 7 – Espectroscopia Mössbauer da amostra Biocefe 25.



Na figura 8 (Biocefe 25) destacamos um ajuste contendo 5 sítios caracterizados por: Presença de Magnetita com coordenação octaédrica (curva azul) e coordenação tetraédrica (curva roxa); presença de Hematita (curva em verde); e fases paramagnéticas de Ferro representadas pelas curvas amarela e alaranjada, respectivamente.

Figura 8 – Espectroscopia Mössbauer da amostra Biocefe 30.



A amostra Biocefe 30 apresenta 6 sítios distintos, sendo estes: Presença de Magnetita com coordenação octaédrica (curva azul) e coordenação tetraédrica

(curva roxa); presença de Hematita (curva verde); fases paramagnéticas contendo Fe^{2+} (curva amarela) e Fe^{3+} (curva alaranjada). A curva cinza denota uma fase magnética não identificada.

Conclusão/ões

É possível obter cerâmicas vítreas mesmo com a presença de ferro em sua composição. A Espectroscopia Mössbauer mostrou que a amostra dopada com 10% de Fe apresentou a melhor resposta magnética, com 39% da área do espectro sendo composta por magnetita, porém, a mesma não apresenta as características necessárias para utilização como prótese devido à sua cristalização. A amostra com dopagem de 30% apresenta, portanto, o melhor resultado no que se refere à resposta magnética (26%) e característica vítrea.

Agradecimentos

Agradecemos ao Complexo de Laboratórios Multiusuário por disponibilizar os equipamentos de Difração de Raios-X, ao Laboratório de Propriedades Mecânicas e Superfícies por disponibilizar os equipamentos exigidos na produção de biocerâmicas vítreas, ao Instituto de Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul por disponibilizar os equipamentos de Espectroscopia Mössbauer e a Fundação Araucária que forneceu a bolsa de Iniciação Científica.

Referências

[1] ARCOS, D. ; DEL REAL, R. P. ; VALLET-REGI, M. A novel bioactive and magnetic biphasic material. Biomaterials, v. 23, p. 2151-2158, mai. 2002. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961201003465. Acesso em: 20 set. 2019.

[2] BRETCANU, O. ; SPRIANO, S. ; BROVARONE, V. C. ; VERNÉ, E. Synthesis and characterization of coprecipitation-derived ferromagnetic glass-ceramic. Journal of Materials Science. V. 41, p. 1029-1037, feb. 2006. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs10853-005-2636-x. Acesso em: 20 set. 2019.

[3] 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. Biomaterials, p. 255-262, set. 1991. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780750602693500384. Acesso em: 20 set. 2019.

[4] KOKUBO, T. ; EBISAWA, Y. ; SUGIMOTO, Y. ; KIYAMA, M. ; OHURA, K. ; YAMAMURO, T. ; HIRAOKA, M. ; ABE, M. Preparation of bioactive and ferromagnetic glass-ceramic for hyperthermia. Biomaterials, v. 3, p. 213-224, set. 1992. Disponível em: https://ci.nii.ac.jp/naid/10011756417/. Acesso em: 20 set. 2019.

[5] LEVENTOURI, Th. ; KIS, C. ; THOMSON, J. ; ANDERSON, I. Structure, Microstructure, and Magnetism in Ferrimagnetic Bioceramics. Biomaterials, v. 26, p. 4924-4931, ago. 2005. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0142961205000438?via%3Dihub. Acesso em: 20 set. 2019.