OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE BIOCERÂMICAS VÍTREAS DOPADAS COM FERRO

Jonathan Alexandre Moraz Almeida Rocha (PIBIC/Fundação Araucária/UEPG), e-mail: jonathan.alexandre.mar@gmail.com José Flávio Marcelino Borges (Orientador), e-mail: fborges@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento Física.

Engenharias - Engenharia de Materiais e Metalúrgica - Materiais não Metálicos - Cerâmicos.

Palavras-chave: vidros cerâmicos, dopagem com ferro, biocompatibilidade.

Resumo

O trabalho aqui apresentado mostra todos os processos envolvidos na produção de uma biocerâmica vítrea dopada com ferro. Dentro da composição escolhida, foram preparadas duas amostras com concentrações diferentes de um mesmo reagente. A mudança na concentração desse reagente resultou em dois materiais distintos, tendo um deles formado uma cerâmica vítrea e outro não.

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.[1] Esses materiais diferem dos outros materiais utilizados em implantes por sua capacidade de ligar-se espontaneamente com o tecido ósseo ao seu redor, sem que ocorra a rejeição do organismo pelo material implantado. Outros materiais utilizados em implantes sofrem a rejeição do organismo, que os envolve com fibras de colágeno, o que impossibilita que o implante se fixe rigidamente ao osso.[1]
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.[2] 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.[2] O calor gerado por esse material magnético deve-se a presença de magnetita (Fe_3O_4) em sua composição.
O trabalho aqui desenvolvido tem como objetivo ensinar o aluno a produzir uma biocerâmica vítrea dopada com ferro, desde a escolha dos reagentes que foram utilizados até o processo final de “cozimento” do material. Dentre as diversas composições existentes de biocerâmica, a que foi selecionada para este trabalho é $[0,45(CaO,P_2O_5) + (0,52 - x)SiO_2 + xFe_2O_3 + 0,03Na_2O]$. Neste sistema a magnetita é gerada a partir do Fe_2O_3, que é o reagente dopante. Aqui foram preparadas duas amostras desse material, uma contendo uma concentração de Fe_2O_3 x=0,1mol e a outra x=0,3mol. A simples mudança nessa concentração foi capaz de fornecer dois materiais bem diferentes entre si.

Materiais e Métodos

Materiais

Os materiais utilizados na produção das biocerâmicas foram: Fe_2O_3 (óxido de ferro (III)), $CaCO_3$ (carbonato de cálcio), SiO_2 (dióxido de silício, ou sílica), $NaH_2PO_4•H_2O$ (dihidrogenofosfato de sódio monohidratado), P_2O_5 (pentóxido de difosforo), dois cadinhos de alumina, balança de precisão, espátula, pote plástico com tampa, misturador, dois béqueres e forno de alta temperatura. Os lotes, bem como os fabricantes, de cada um dos reagentes utilizados são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Reagentes utilizados na produção das amostras de biocêramica.

Reagentes	Fabricante	Lote
$CaCO_3$	Synth	149799
$NaH_2PO_4•H_2O$	Química Moderna	04371
Fe_2O_3	Sigma-Aldrich	MKBS6874V
SiO_2	Mineração Santa Rosa, Zetasil	---------
P_2O_5	Reatec	80653-0500

Métodos

Primeiramente devem ser realizados os cálculos estequiométricos das quantidades de cada reagente a serem utilizadas para produzir 50g de cada amostra, tendo em vista que a composição da biocerâmica que será produzida é aquela apresentada na introdução ($[0,45(CaO,P_2O_5) + (0,52 - x)SiO_2 + xFe_2O_3 + 0,03Na_2O]$). Observando que nenhum dos resultados obtidos para a concentração x=0,1mol são válidos para a concentração x=0,3mol, logo os cálculos devem ser realizados distintamente para cada uma das concentrações.
Os resultados obtidos com os cálculos e as massas molares utilizadas nos mesmos estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2 – Massas molares dos reagentes utilizadas nos cálculos e os resultados obtidos nos mesmos.

Reagentes	Massa molar (g/mol)	Massa (g), composição x=0,1mol	Massa (g), composição x=0,3mol
Fe_2O_3	159,6882	8,943	21,941
$CaCO_3$	100,0869	11,49	9,397
SiO_2	60,084	14,132	6,054
$NaH_2PO_4•H_2O$	137,9923	4,637	3,792
P_2O_5	141,9445	17,09	13,962

Utilizando a balança de precisão, foram pesadas as quantidades dos reagentes indicadas na Tab.2 para cada uma das composições. Colocou-se os reagentes pesados em um pote plástico, tampando-o. Levou-se o pote ao misturador por 30 minutos. Dado esse tempo, transferiu-se o conteúdo do pote para o cadinho de

alumina, levando-o ao forno. Regulou-se o aumento de temperatura do forno a uma taxa de 10°C/min até atingir 800°C, temperatura de calcinação. Manteve-se essa temperatura por 2 horas, quando começou a subir novamente, na mesma taxa, até a temperatura final de 1450°C.
Tendo atingindo a temperatura final retira-se o cadinho do forno para verter o material fundido, quebra-lo, após se solidificar, e coloca-lo novamente no cadinho, para ir ao forno por mais 10 minutos. Este processo é realizado a fim de deixar o material final mais homogêneo.

Resultados e Discussão

Após o forno ter atingido a temperatura final de 1450°C, durante a produção da primeira biocerâmica com concentração x=0,1mol, retirou-se o cadinho de dentro do forno e pode-se observar que o material não havia fundido. Em uma nova tentativa, levou-se o material novamente ao forno, submetendo-o a uma temperatura de 1550°C por 1 hora, porém o material não fundiu. O resultado final desde processo foi um material poroso, não homogêneo e frágil, que pode ser observado na Figura 1.



Figura 1 – Parte do material final produzido com concentração de Fe_2O_3 x=0,1mol.

Devido ao insucesso em produzir um material vítreo na primeira tentativa, a etapa de calcinação na produção da segunda biocerâmica, de concentração x=0,3mol, foi suprimida. Dessa vez, levou-se o cadinho, com os reagentes já pesados e misturados, ao forno, programando-o para aumentar a temperatura a uma taxa de 10°C/min até atingir a temperatura de 1550°C. Tendo atingido essa temperatura, retirou-se o cadinho do forno e pode-se verificar que a fusão ocorreu. Verteu-se o material e, após estar resfriado, foi quebrado e levado novamente ao forno por mais 10 minutos. Ao final do processo foi obtido um material vítreo e homogêneo, como era esperado. Esse material pode ser visto na Figura 2.



Figura 1 – Material obtido ao final do processo de produção da biocerâmica de composição x=0,3mol.

Conclusões

Pode-se verificar, com as amostras obtidas aqui, que nem sempre o método mais indicado pela teoria fornece o melhor resultado, como no caso da primeira amostra produzida. Conclui-se também que uma pequena alteração na concentração molar de certos compostos podem fornecer resultados divergentes, exemplo o material com concentração x=0,1mol não fundir a 1550°C, e o de concentração x=0,3mol fundir.

Agradecimentos

Agradecemos ao professor Francisco Serbena pelo fornecimento dos reagentes utilizados neste experimento e pelos cadinhos de alumina, ao Laboratório de Física dos Materiais do DeFis pelo forno utilizado, à Fundação Araucária pela bolsa de iniciação científica e ao LABMU.

Referências

[1] KOKUBO, Tadashi et. al. Ceramics for Biomedical Applications**.** In: SOMIYA, S. et. al. **Handbook of Advanced Ceramics.** Elsevier, 2003. pp. 385-416.

[2] ANDERSON, I.M., et. al. Structure, microstructure, and magnetisma in ferrimagnetic bioceramics. **Biomaterials,.** 26, 2005, pp. 4924-4931. Disponível em: www.sciencedirect.com Acessado em: abril de 2016.