

SÍNTESE E CARACTERIZAÇÃO DE PÓ CERÂMICO DO SISTEMA CaO-MgO-SiO₂ PARA APLICAÇÃO BIOMÉDICA

Vanessa Galvão Rodrigues, vgr_vanessa@hotmail.com

Chieko Yamagata, yamagata@ipen.com.br

Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, Av. Lineu Prestes 2242 – Cidade Universitária USP, Butantã, São Paulo.

RESUMO. Biomateriais são amplamente utilizados na área de saúde em busca da regeneração, reparo e substituição de tecidos vivos, devido principalmente à sua capacidade bioativa, que garante a interação do material com o organismo vivo. Compósitos do sistema CaO-MgO-SiO₂ são comprovadamente adequados a tratamentos de fraturas ósseas, pois podem induzir a formação de hidroxiapatita (HA, Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂), composto similar à fase inorgânica dos ossos e dentes. Fases cristalinas deste sistema, tais como akermanita, wollastonita e diopsita possuem alta bioatividade, garantindo a potencialização da formação da HA. Pó cerâmico a base de CaO-MgO-SiO₂ foi sintetizado por método sol gel seguido de precipitação. Como matéria prima de sílica foi utilizada solução de silicato de sódio proveniente de um efluente do processo da fusão alcalina de zirconita, em substituição ao TEOS (Si(OC₂H₅)₄), reagente usual em processos de síntese de compostos silicatos, por método sol gel. Resultados indicaram que a substituição é perfeitamente viável, pois foram obtidas as fases bioativas de wollastonite (CaSiO₃), akermanite (Ca₂MgSi₂O₇) e dicálcio silicato (Ca₂SiO₄), confirmadas por análise de difração de raios X (DRX).

Palavras-chave: 1. Biocerâmicas. 2. Sol gel. 3. Precipitação. 4. Hidroxiapatita. 5. Silicato de sódio.

1. INTRODUÇÃO

Visando a saúde humana e melhoramento de técnicas para reconstrução óssea, os pesquisadores atualmente buscam alternativas sintéticas que facilitem o reparo e restabeleça rapidamente as funções fisiológicas, diferentemente do que ocorre através de cirurgias de enxertos sejam eles autógenos ou alógenos (LAURENTI, 2011 apud BORGES et al., 2000). A utilização de biomateriais tem sido muito comum pelas suas características físicas, químicas e inclusive econômicas. A partir da criação do Bioglass® 45S5 no final da década de 60, os estudos voltados à área tiveram início com a produção de vidros silicatos. Assim, surgiu o conceito de bioatividade, definido como sendo a capacidade de interação dos materiais com tecidos vivos (SIQUEIRA, 2011). Segundo Afonso (1998) e citado por Mazzarolo (2010) o objetivo principal de um biomaterial é substituir órgãos ou tecidos. As características mais importantes dos biomateriais são: biocompatibilidade, ausência de efeitos nocivos ou tóxicos ao organismo e propriedades mecânicas capazes de responderem às solicitações dinâmicas e estáticas a que estará sujeito durante sua vida útil.

Um material compósito é formado por dois (ou mais) materiais puros, os quais se enquadram dentro das categorias: metais, cerâmicas e polímeros. A obtenção de um compósito consiste em se atingir uma combinação de propriedades que não é exibida por qualquer material isolado e, também, incorporar as melhores características de cada um dos materiais componentes (PANZERA, 2007). Estudos mostram que cerâmicas contendo CaO e SiO₂ podem induzir a formação de hidroxiapatita (Ca₁₀(PO₄)₆(OH)₂), um composto que apresenta semelhança química e estrutural com a fase mineral dos ossos e dos dentes (YAMAGATA, 2012 apud FOOK, 2010, p.392-399). Testes efetuados com cerâmicas deste sistema em solução de SBF (*Simulate Blood Fluid*) mostram que estas fases induzem a formação da hidroxiapatita na sua superfície (WU; XIAO, 2009). Prováveis fases cristalinas como diopsida (CaMgSi₂O₆), merwinita (Ca₃MgSi₂O₈), akermanita (Ca₂MgSi₂O₇), wollastonita (CaSiO₃), e dicálcio silicato (Ca₂SiO₄), deste sistema, são propícias para as condições de bioatividade, além de apresentarem propriedades mecânicas adequadas quando implantados (CHEN, 2010).

Dentre os diversos métodos de síntese, o processo sol gel apresenta algumas vantagens, tais como, o grau de pureza, homogeneidade e facilidade no controle da composição do produto (RÂMILA, 2002). O presente trabalho propõe a utilização do método sol gel combinado com o de precipitação, para síntese de pó cerâmico de CaO-MgO-SiO₂. Solução de silicato de sódio e TEOS (Si(OC₂H₅)₄) foram as matérias primas de sílica, sendo que a primeira é proveniente de um efluente do processo da fusão alcalina de zirconita. Cerâmicas obtidas a partir dos pós sintetizados apresentaram as fases bioativas de wollastonita (CaSiO₃), akermanita (Ca₂MgSi₂O₇) e dicálcio silicato (Ca₂SiO₄), confirmadas por análise de difração de raios X (DRX). Estes resultados indicam que a substituição de TEOS por silicato de sódio é perfeitamente viável.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Para comparar os produtos obtidos com diferentes fontes de sílica, foram preparadas pós de CaO-MgO-SiO₂ a partir de TEOS e também de silicato de sódio (lixívia aquosa do produto de fusão da zirconita). Soluções ácidas (HCl ou HNO₃) foram utilizadas para obtenção de gel de sílica. Óxidos de Ca e Mg foram dissolvidos em HCl ou HNO₃ e adicionados ao gel obtido. A composição molar das amostras preparadas foi de 43,30% CaO, 10,72 % e MgO e 45,98% SiO₂, definida a partir do estudo de Yamagata et al (2012). Amostras SMC-T1 e SMC-P1 foram sintetizados, a partir de TEOS e Na₂SiO₃, respectivamente. A Fig. 1 mostra o fluxograma do processo de síntese.

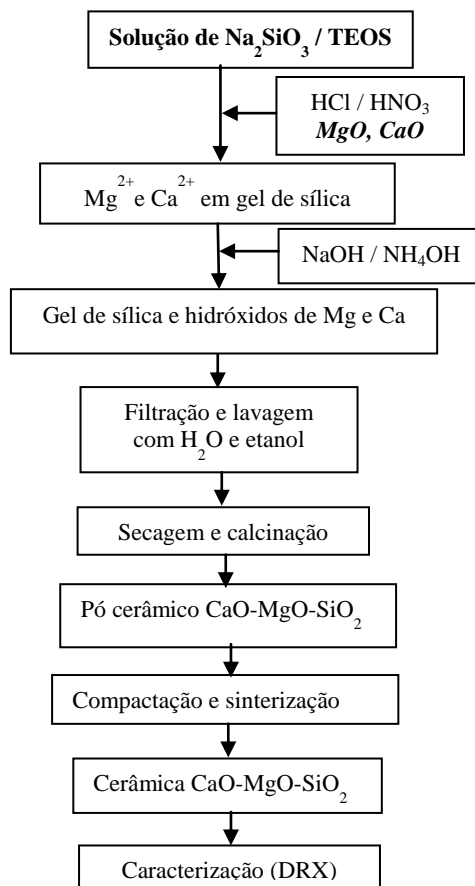


Figura 1- Fluxograma do processo de síntese das amostras SMC-T1 e SMC-P1.

3. RESULTADOS

A Fig. 1 e Fig. 2 apresentam os difratogramas da amostra do pó cerâmico de SMC-T1 calcinado a 600°C por 1 h e após a sinterização a 1320°C por 1 h, respectivamente.

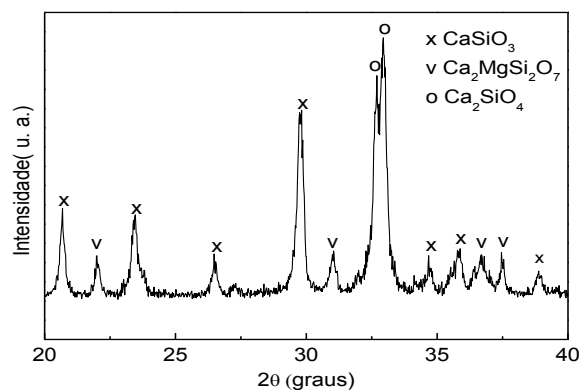


Figura 1. DRX da amostra do pó cerâmico de SMC-T1 calcinado a 600°C por 1 h.

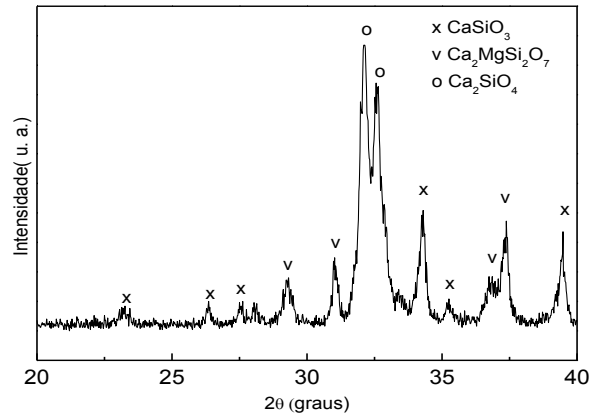


Figura 2. DRX da amostra SMC-T1 compactada e sinterizada 1320°C por 1h.

Na Fig. 1 e Fig. 2. observa-se a presença das fases cristalinas bioativas: wollastonita (CaSiO₃), akermanite (Ca₂MgSi₂O₇), e dicalcio silicato (Ca₂SiO₄). As fases presentes na amostra SMC-T1 são observadas na amostra SMC-P1, porém com maior cristalinidade, como mostrado na Fig. 3 e Fig. 4.

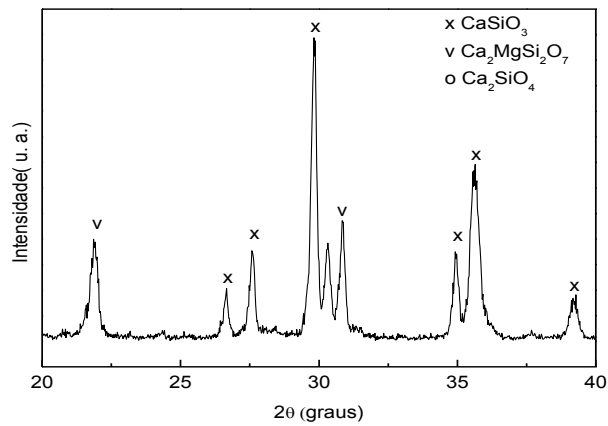


Figura 3- DRX do pó cerâmico da amostra SMC-P1, calcinado a 550°C por 4 h.

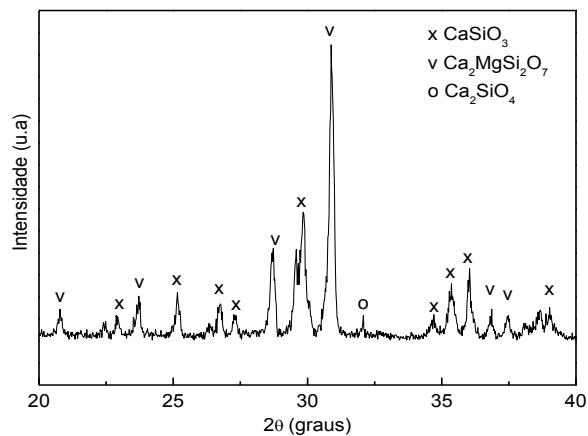


Figura 4: DRX da amostra SMC-P1 sinterizada a 1200°C por 2 h.

4. CONCLUSÕES

O silicato de sódio proveniente de um efluente da fusão alcalina da zirconita foi utilizado com sucesso no preparo do material bioativo do sistema CaO-MgO-SiO₂. As fases cristalinas obtidas foram wollastonita (CaSiO₃), akermanita (Ca₂MgSi₂O₇) e dicálcio silicato (Ca₂SiO₄), que segundo a literatura possuem propriedades mecânicas e químicas adequadas à interação fisiológica formando HA na superfície. O uso do efluente ao invés de TEOS é interessante, pois possui menor grau de impactos ao meio ambiente. Além disso, o TEOS é um produto importado, de difícil manuseio e de maior custo. Para confirmação da bioatividade, testes *in vitro* devem ser realizados.

5. REFERÊNCIAS

CHEN, et al. Synthesis and characterization of novel multiphase bioactive glass ceramics in the CaO-MgO-SiO₂ system. **Journal of Biomedical Materials Research Part B: Applied Biomaterials: Applied Biomaterials**, v. 93, n. 1, p. 194-202, 2010.

LAURENTI, K. C. **Desenvolvimento de um Biomaterial Composto de Poliuretano e Microfibra de Biovidro 45S5 em Gradiente Funcional para Reparo de Cartilagem Articular: Estudo In Vitro e In Vivo**. 2011. 163f. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2011.

MAZZAROLO, J. **Síntese e Caracterização de Hidroxiapatita Nanométrica com Adição de Prata**. 2013. 38f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Materiais) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul, 2013.

PANZERA, T. H. **Desenvolvimento de um Material Compósito Cerâmico para Aplicação em Mancais Porosos**. 2007. 220f. Tese (Pós Graduação em Engenharia Mecânica) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

RÂMILA, A.; BALAS, F.; VALLET-REGI, M. Synthesis Routes for Bioactive Sol-Gel Glasses: Alkoxides versus Nitrates. **Chemical Material**, v. 14, n. 2, p. 542-548, 2002.

SIQUEIRA, R. L.; ZANOTTO, E. D. Biosilicato[®]: Histórico de uma vitrocerâmica brasileira de elevada bioatividade. **Química Nova**, v. 34, n. 7, p. 1231-1241, 2011.

YAMAGATA, C.; PAIVA, M.; MISSO, A.; HIGA, O. Z.; CUNHA, T.; RODAS, A.; SILVEIRA, A. Síntese e caracterização de vitro-cerâmica do sistema CaO-MgO-SiO₂ para aplicação biomédica. **Congresso Latino Americano de Órgãos Artificiais e Biomateriais**, Rio Grande do Norte, v. 7, 2012.

WU, C.; XIAO, Y. Evaluation of the in vitro bioactivity of bioceramics, **Bone and Tissue Regeneration Insights**, v. 2, p. 25-29, 2009.