

Estudo de cerâmicas de nitreto de silício para aplicações biomédicas

Paloma Aparecida Holanda de Souza e Cecilia Chaves Guedes Silva

Instituto de Pesquisa Energéticas e Nucleares - IPEN

INTRODUÇÃO

Doença do osso é uma séria condição de saúde que impacta diretamente na vida das pessoas, em particular, dos idosos. Na maioria dos casos, os defeitos ósseos requerem seu reparo pela utilização de próteses ou enxertos ósseos [1]. Atualmente, um dos grandes problemas associados à implantação de próteses ortopédicas está na sua forma de fixação ao osso pré-existente. Isto porque os materiais que satisfazem as propriedades mecânicas necessárias para tais aplicações são bioinertes, que não são capazes de se ligarem quimicamente com o osso [2]. O desenvolvimento de um material com elevadas propriedades mecânicas e com maior bioatividade, ou seja, que promova ligação química direta com o osso tem sido uma busca constante desde a década de 80 [3] de forma a aumentar o tempo de vida do implante final.

As ótimas propriedades mecânicas associadas a um comportamento biológico adequado tem motivado o desenvolvimento de diversos trabalhos para viabilizar a utilização de nitreto de silício como componentes e dispositivos médicos. Biocompósitos de nitreto de silício contendo uma fase bioativa parece ser uma solução satisfatória, vislumbrando reduzir a instabilidade mecânica, pela maior interação com o tecido hospedeiro; as falhas mecânicas, em decorrência da maior resistência mecânica em comparação com os materiais cerâmicos usados clinicamente, além de ser estável, não possibilitando

transformação de fase quando implantado no corpo do paciente.

Também, uma fase vítrea intergranular está normalmente presente em cerâmicas à base de nitreto de silício, em virtude das dificuldades relacionadas ao seu processo de sinterização. Produzir uma cerâmica densa de nitreto de silício com uma fase vítrea intergranular bioativa é uma solução baseada justamente na necessidade da utilização de aditivos de sinterização.

A característica comum aos biocompósitos propostos é a obtenção de uma fase bioativa composta por SiO_2 , CaO e MgO , mas livre de fósforo e de sódio. Variações nas quantidades desses óxidos foram realizadas, a fim de se definir aquelas que representam melhor combinação de sinterabilidade, microestrutura, bioatividade e comportamento mecânico.

OBJETIVO

O presente trabalho tem como objetivo estudar a sinterização, microestrutura e bioatividade de cerâmicas de nitreto de silício com adições de SiO_2 , CaO e MgO .

METODOLOGIA

Diferentes composições foram preparadas com teores variados de Si_3N_4 , SiO_2 , CaO e MgO (Tabela 1).

Tabela 1: Composições contendo SiO_2 , CaO e MgO (em % peso).

Composições	Si_3N_4	SiO_2	CaO	Mg
SNM1	90	6	2	2
SNM2	90	6	3	1
SNM3	90	6	3,5	0,5
SNM4	90	4	3	3

Para a obtenção das composições, cada uma delas foi moída, seca, desaglomerada e peneirada. Em seguida, foram compactadas pastilhas por prensagem uniaxial (50 MPa) e isostática a frio (200 MPa) para a posterior sinterização em forno de resistência de grafite a 1815°C por 1 hora, em atmosfera de N₂.

RESULTADOS

Os resultados obtidos mostraram que os materiais atingiram densidade de até 99 % da densidade teórica e altos valores de dureza (12 GPa) e de tenacidade à fratura (7 Mpa.m^{1/2}), dependendo da quantidade e composição de aditivos utilizadas (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados de densidade relativa (%), dureza e tenacidade à fratura das amostras.

Amostra	%DT	HV (GPa)	K _{Ic}
SNM1	98,92±0,20	11,80±0,47	7,03±0,54
SNM2	94,71±0,25	12,47±0,56	5,78±0,42
SNM3	89,13±0,71	8,45±0,22	6,55±0,47
SNM4	91,85±0,17	12,24±0,48	6,70±0,61

A partir da Tabela 2, nota-se que a composição com 6% de SiO₂, 2% de CaO e 2% de MgO (SNM1) resultou em amostras sinterizadas com os melhores valores de densidade e tenacidade à fratura.

Os difratogramas de raios X (Figura 1) mostraram a formação da fase secundária CaSiO₃ (volastonita) e completa transformação α→β de nitreto de silício, em todas as composições estudadas. Já as análises por microscopia eletrônica de varredura por elétrons retroespalhados mostraram que a fase β-Si₃N₄ está uniformemente dispersa nas fases secundárias.

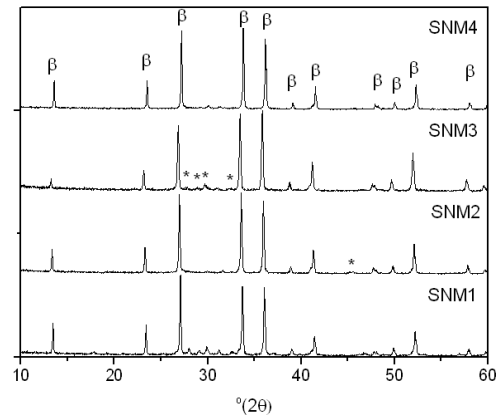


Figura 1: Difratogramas de raios X das amostras. * é a fase CaSiO₃ e β é β-Si₃N₄.

CONCLUSÕES

As amostras atingiram adequada densificação dependendo da composição de aditivos utilizada. Todas foram caracterizadas pela presença de grãos β-Si₃N₄ uniformemente distribuídos em uma fase secundária contendo CaSiO₃.

A presença de magnésia combinada com altos teores de sílica influenciou positivamente na densificação das amostras, tornando-as promissoras para aplicação como componentes e dispositivos médicos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] KOKUBO, T.; KIM, H.M.; KAWASHITA, M. Novel bioactive materials with different mechanical properties. *Biomaterial*
- [2] KOKUBO, T. Biocative glass ceramics: properties and applications. *Biomaterials*, v. 12, p. 155-163, 1991.
- [3] NAKAMURA, T.; YAMAMURO, T.; SHOICHIRO, H.; KOKUBO, T.; ITOO, S. A new glass-ceramic for bone replacement: Evaluation of its bonding to bone tissue. *J. Biomed. Mater. Res.*, v. 19, p. 685-689, 1985.

APOIO FINANCEIRO AO PROJETO

CNPQ

FAPESP- Projeto 15/02265-7