

OBTENÇÃO DE CERÂMICAS À BASE DE MULITA-CORDIETA VIA SINTERIZAÇÃO REATIVA DE CAULIM, TALCO E ALUMINA

Humberto Dias de Almeida Filho, Lindemberg Felismino Sales, João de Freitas Gonçalves e Daniel Araújo de Macedo

¹ Humberto Dias de Almeida; ²Lindemberg Felsimino Sales; ³João de Freitas Gonçalves; ⁴Daniel Araújo de Macedo

Departamento de Engenharia de Materiais – Universidade Federal da Paraíba, Cidade Universitária, Castelo Branco, s/n, CEP 58051-900, João Pessoa – Paraíba

RESUMO

Cordierita e mulita encontram importantes aplicações na fabricação de produtos cerâmicos com alta resistência ao choque térmico. O presente trabalho teve como objetivo a obtenção de cerâmicas à base de cordierita ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) e mulita ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) via sinterização reativa de uma formulação cerâmica contendo caulim, talco e alumina. Pastilha uniaxialmente prensadas a 125 MPa foram sinterizadas entre 1100 e 1400 °C por 1 h. O efeito da temperatura de sinterização na composição de fase foi avaliado por difratometria de raios X. A caracterização morfológica foi realizada por microscopia eletrônica de varredura. Amostras sinterizadas a 1300 °C apresentaram 10% em massa de espinélio (MgAl_2O_4) como fase secundária e massa específica aparente de 2,56 g/cm³.

Palavras-chave: Cordierita, Reação no estado sólido, Caracterização, Microestrutura

1-INTRODUÇÃO:

A cordierita dispõe de uma vasta aplicação na engenharia mecânica e elétrica devido às suas propriedades de alta resistência mecânica e alta resistividade elétrica. Além disso, a cordierita possui como uma de suas características mais importantes o baixo coeficiente de expansão térmica ($\sim 2 \times 10^{-6} \text{ K}^{-1}$), particularidade que resulta em elevada resistência ao choque térmico. Esse aspecto está relacionado ao fato da cordierita ter uma estrutura cristalina bastante aberta, capaz de absorver as variações atômicas de expansão-retração advindas de variações bruscas de temperatura (1).

Devido a essas propriedades, as cerâmicas de cordierita são largamente utilizadas em equipamentos ou partes de equipamentos sujeitas a temperaturas elevadas, tais como cadinhos, tubos para fornos e termopares, trocadores de calor de alta temperatura (1450°C), partes de motores, revestimento de foguetes e isolantes em componentes eletrônicos (2). Vários métodos de síntese têm sido usados para a obtenção de cordierita, com destaque para reação no estado sólido e sol-gel (5). A reação no estado sólido é o método mais convencional para a sua obtenção e foi o método escolhido para o presente trabalho.

A mulita é uma das principais matérias primas da indústria cerâmica, com excelentes propriedades térmicas e mecânicas. Ela é formada pela combinação de sílica (SiO_2) e alumina (Al_2O_3) em temperaturas acima de 1400°C para formar uma fase cristalina cuja a composição estequiométrica apresenta a seguinte fórmula ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$), sendo portanto, um silicato-aluminoso, com 71,8% de Al_2O_3 e 28,2% em composição em massa de SiO_2 (2-3).

Devido as suas condições típicas de formação (altas temperaturas e baixas pressões) a mulita é pouco encontrada na natureza. Seu nome se origina de uma ilha localizada na Escócia chamada Mull, onde como consequência da mistura de magma superaquecido com sedimentos ricos em alumina (Al_2O_3) foi possível a formação desta fase cerâmica [4]. Suas aplicações são em materiais refratários, catalisadores, filtros em geral e mais recentemente em testes como biomaterial para implantes e próteses internas. Algumas de suas propriedades são elevada resistência ao choque térmico, baixa condutividade térmica, alta resistência à fluência, estabilidade à corrosão, elevada resistência à flexão, compressão e dureza (5).

Diante da crescente demanda de materiais com propriedades tecnológicas diferenciadas, as pesquisas em materiais cerâmicos vêm ganhando bastante notoriedade. Neste contexto, o processo de fabricação deve ser industrialmente viável do ponto de vista econômico. O presente trabalho teve como finalidade a obtenção de cerâmicas de baixo custo à base de mulita e cordierita (mulcorita) com propriedades tecnológicas adequadas para uso industrial.

2- MATERIAIS E MÉTODOS

As matérias primas utilizadas para este trabalho foram o caulim (proveniente do município de Alhandra, Paraíba, Brasil), talco proveniente da Magnesita S.A. e hidróxido de alumínio ($\text{Al}(\text{OH})_3$, Synth, Brasil). Primeiramente o hidróxido de alumina foi calcinado a 1000°C por 1h, usando taxa de aquecimento de $3^\circ\text{C}/\text{min}$, dando origem a um pó branco de alumina metaestável ou alumina de. Após a calcinação tanto a alumina, quanto as demais matérias primas foram passadas na peneira de 100 mesh para que todas elas ficassem com tamanho médio de partículas o mais próximo possível. Posteriormente os pós adquiridos foram colocados em estufa por 24h à uma temperatura de 110°C para que toda a umidade fosse retirada.

Dando continuidade à parte experimental, subsequente ao tratamento dos pós de caulim, talco e alumina os mesmos foram pesados nas seguintes proporções: 60g de caulim, 190g de talco e 160g de alumina calcinada. Os pós foram adicionados ao jarro e colocado na proporção de 3:1 de esferas de alumina (3 partes de esferas de alumina para 1 da formulação). Em seguida foi adicionado água destilada até o volume total atingir a metade do volume do jarro. Com tudo pronto o jarro foi colocado no moinho do tipo periquito por 6 horas para uma melhor homogeneização da mistura.

Após decorrido as 6 horas de mistura a solução foi retirada do moinho e novamente colocada em estufa por 24h à temperatura de 60°C . Passadas as 24h, com auxílio de um almofariz a mistura foi macerada e novamente peneirada de 100 mesh. Ao pó obtido foi adicionado 6,5% de umidade, o que ajuda na compactação das pastilhas quando prensadas.

A caracterização química por Fluorescência de Raios X (FRX) e mineralógica por Difração de Raios X (DRX) foi realizada nos materiais particulados obtidos por moagem e peneiramento em peneira de 200 mesh (0,075 mm). A análise química por FRX, aplicada apenas às matérias-primas naturais, foi realizada em equipamento da Shimadzu (EDX-

700). A análise mineralógica por DRX, aplicada às matérias-primas e amostras queimadas, foi realizada em equipamento da Shimadzu, modelo XRD-7000, usando radiação de Cu-K α ($\lambda = 1,5418 \text{ \AA}$) obtida com 40 kV e corrente de filamento de 40 mA. A identificação das fases cristalinas foi realizada por comparação dos dados experimentais com cartas padrões cadastradas no ICDD (International Center for Diffraction Data). Amostras em forma de pastilha foram preparadas por prensagem uniaxial a 40 MPa e queimadas entre 1100 e 1400 °C com taxa de aquecimento de 5 °C/min e patamar de 3 h. Propriedades tecnológicas como retração linear de queima (RLq), massa específica aparente (MEA), absorção de água (AA) e porosidade aparente (PA) foram avaliadas em função da composição e da temperatura de queima. As microestruturas das superfícies de fratura de amostras queimadas foram observadas em um Microscópio Eletrônico de Varredura (MEV, LEO 1430).

3-RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após as devidas aferições, foram calculadas as propriedades tecnológicas, tais como Retração Linear de Queima(RLQ), Massa Especifica Aparente(MEA), Absorção de Água(AA) e Porosidade Aparente(PA), em função das diferentes temperaturas de sinterizações, os resultados de tais propriedades são ilustrados nas figuras de 1 a 4. Observa-se um aumento progressivo da curva que representa a Retração Linear(RLQ) com o aumento da temperatura de sinterização.

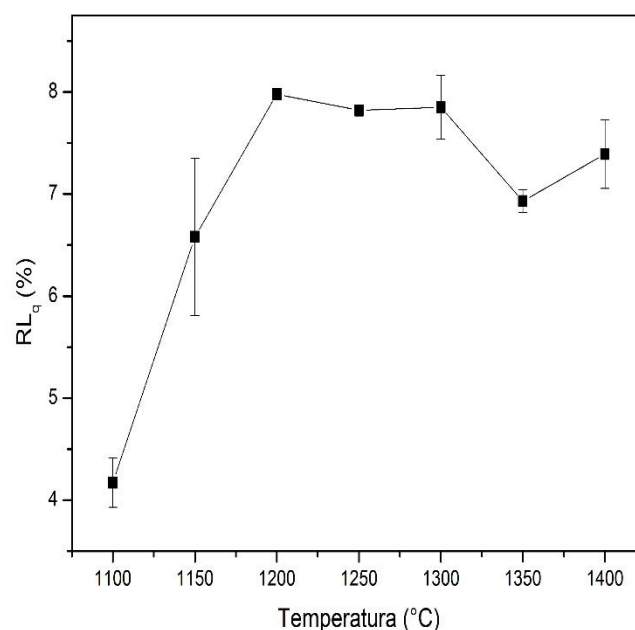


Figura 1

Já na figura 2, é observado um aumento nos valores da Massa Específica Aparente da temperatura de 1100 °C e chegando em seu maior valor a temperatura de 1250 °C. Após o valor de 1250 °C, a curva começa a sofrer decréscimo em seus valores correspondentes.

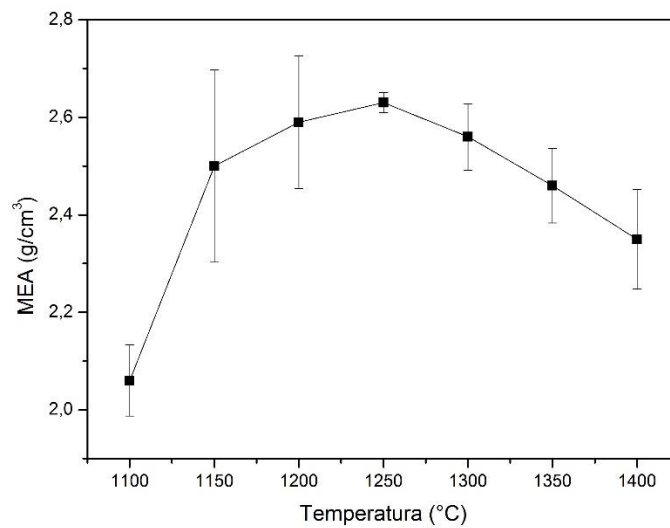


Figura 2

Na figura 3, é evidenciado valores relativos da Absorção de Água, nessa figura observa-se que quanto maior se dá a temperatura de sinterização, menores os valores obtidos para tal propriedades.

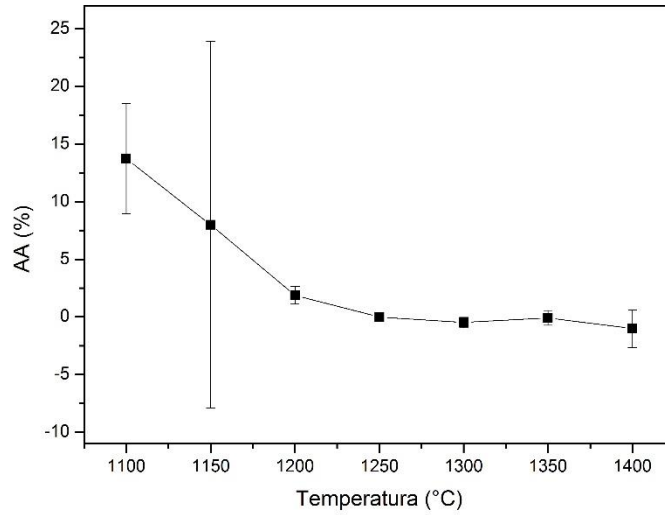


Figura 3

Os valores obtidos na figura 3 se mostram bastantes coniventes se comparados ao da figura 4, que ilustra a Porosidade Aparente(PA) do material. Como esperado a curva presente na figura 4, segue a mesma tendência representada pela curva da figura 3.

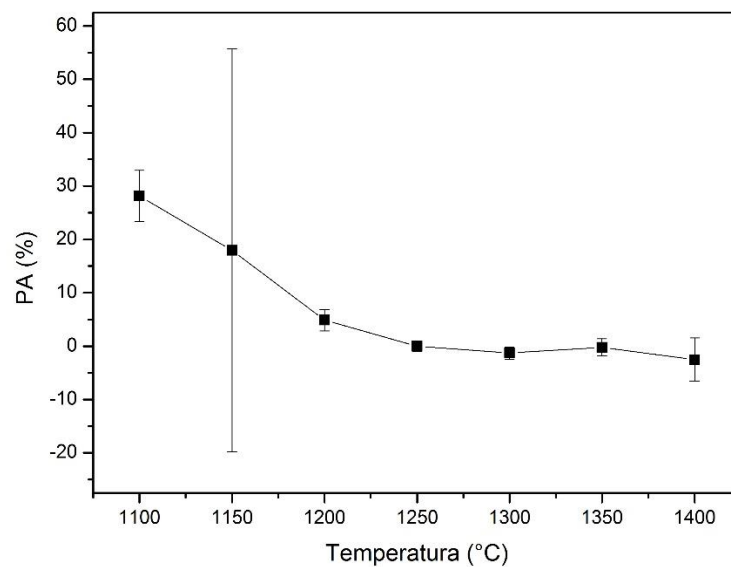


Figura 4

Já para os resultados de Difração de raios X(DRX), evidenciados na figura 5 nos mostra que as amostras sinterizada a 1400 °C são constituídas de três fases diferentes: o primeiro pico de cor vermelha representa a fase cordierita, a cor azul representa a fase mullita e pôr fim a cor verde representa a fase espinélio.

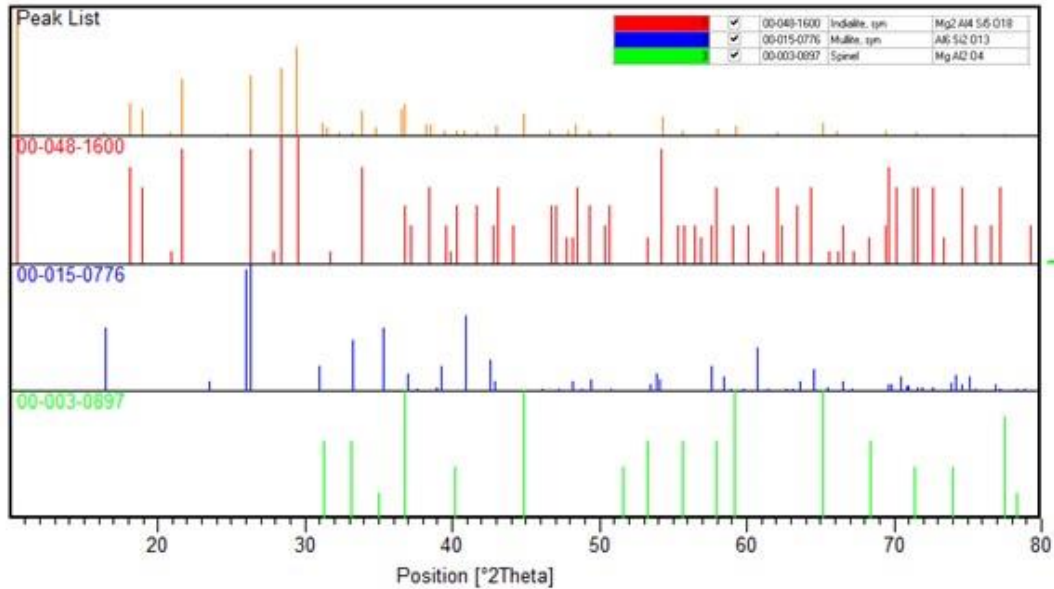


Figura 5

4-CONCLUSÃO

Cerâmicas de alumina-cordierita podem ser obtidas por sinterização de uma mistura contendo caulim, talco e alumina. Para sinterizações acima de 1300 °C foram obtidos corpos de prova cerâmicos com absorção de água e porosidade aparente próximos a zero. Este estudo demonstra a possibilidade de controlar a microestrutura e as propriedades tecnológicas de compósitos cerâmicos alumina-cordierita de baixo custo via tratamento térmico de uma formulação cerâmica contendo uma argila caulinítica abundante no estado da Paraíba.

5-REFERENCIAS

- (1) M. A. P. Jordão, J. Manzo, F. B. Angeleri, *Cerâmica* **20** (1974) 297-304.
- (2) YANG, F.; LIN, C. LI, Y.; WANG, C.A. (2012). Effects of sintering temperature on properties of porous mullite/corundum ceramics. *Mater. Lett.*, v.73, p.36-39.

- (3) DENG, Z. Y.; FUKASAWA, T.; ANDO, M. (2001). High-surface-area alumina ceramics fabricated by the decomposition of $\text{Al}(\text{OH})_3$. J. am. Cera. Soc., v.84, n.3, p.485-491.
- (4) SCHNEIDER, H.; SCHREUER, J; HILDMANN, B. (2008). Structure and properties of mullite-A review. Journal of the European Ceramic Society, v.28, p.329-344.
- (5) YAMAWE, M.; Aso, S.; Okano, S.; Sakaino, T.; J. Mater. Sci. 1978, 13, 865

CORDIERITE OBTAINING BY REACTIVE SINTERING OF KAOLIN, TAL AND TRANSITION ALUMINA

ABSTRACT

Cordierite and mullite are IMPORTANT applications in the manufacture of ceramic products with high resistance to thermal shock. The Present Work aimed one Ceramics Obtaining one cordierite base ($2\text{MgO} \cdot 2\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 5\text{SiO}_2$) and mullite ($3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2$) via reactive sintering A formulation containing kaolin ceramics, talc and alumina. Uniaxially pressed one tablet 125 MPa Were sintered between 1100 and 1400 ° C for 1 h. The sintering temperature effect in the phase composition was avaliado FOR ray diffraction X. The morphological characterization was performed by scanning electron microscopy. Samples sintered at 1300 ° C had 10 wt% of spinel (MgAl_2O_4) as secondary and apparent phase Density 2.56 g / cm³.

Keywords: *codierite, solid state reaction, characterization, microstructure*