PRODUÇÃO DA FASE MULITA UTILIZANDO VIDRO RECICLADO

Matheus Renan do Amaral (BIC/Fundação Araucária/UEPG),
Adriana Scoton Antonio Chinelatto (Orientador),
e-mail: adriana@uepg.br / matheus.rd.amaral@gmail.com

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Engenharia de Materiais

Engenharia - Engenharia de Materiais e Metalúrgica.

Palavras-chave: mulita, vidro soda-cal, reciclagem.

Resumo

A mulita é uma cerâmica composta por alumina e sílica, que apresenta propriedades apreciáveis, como a alta refratariedade e elevada resistência mecânica. Porém, esse é um material de rara obtenção na natureza e que apresenta um processo de fabricação com elevado gasto energético. Este projeto tem como o objetivo a produção de mulita utilizando matérias-primas alternativas, como o vidro reciclado. Os pós utilizados foram misturados em suspensão, moídos por moinho de bolas, prensados e sinterizados em diferentes temperaturas, para ocorrer reação via fase sólida. As amostras obtidas foram caracterizadas por medidas de densidade aparente e porosidade aparente pelo princípio de Arquimedes, por microscopia eletrônica de varredura e difração de raios X. As análises dos resultados indicam que as amostras que não utilizam vidro misturado em sua composição dispõem de maior porosidade e maior densidade aparente e são as únicas que apresentam formação da fase mulita.

Introdução

A mulita é uma solução sólida, que corresponde à única fase estável em condições ambientes do sistema Al_2O_3-SiO_2. A sua ocorrência natural se dá devido a ambientes com altas temperaturas e baixas pressões, essenciais para sua formação [1,2]. Devido às condições difíceis de formação, a mulita raramente é encontrada na natureza.

A mulita apresenta alto ponto de fusão, baixo coeficiente de expansão térmica, alta resistência a fluência, baixa condutividade térmica, alta resistência a flexão e ao choque térmico [3]. Dentre as diversas aplicações da mulita destacam-se: cadinhos, peças de isolamentos térmicos, reforço de material compósito, catalisadores, acessórios para aeronaves espaciais, entre outros [4,5].

A grande disponibilidade de matérias-primas para a formação e o grande número de aplicações faz a mulita ocupar uma posição de destaque na indústria cerâmica. Devido às complexas condições de formação natural, o estudo da síntese da mulita é cada vez mais importante. A síntese da mulita ocorre a partir de misturas de Al_2O_3 com SiO_2, ou a partir de materiais que tenham em sua composição esses compostos [1-4].

A fim de buscar formas de baixar a temperatura da síntese da mulita, visa-se a utilização de diferentes matérias primas [4-8]. A sílica, utilizada na produção da mulita, pode ter como matéria-prima vidros reciclados. Dentre os vidros descartados, aqueles provenientes de garrafas têm chamado muito a atenção, por serem ricos em sílica. Vidros planos que consistem basicamente de óxidos de silício, óxido de sódio

e óxido de cálcio, vêm sendo usados devido ao seu potencial a baixas temperaturas de sinterização em fluxo viscoso [9-10].

Desta forma, esse projeto teve como objetivo estudar a utilização de vidro soda-cal reciclado para a obtenção de cerâmica a base de mulita.

Materiais e Métodos

As misturas dos pós utilizados na preparação das composições para formação da mulita foram preparadas após a análise da composição química de cada pó. O objetivo foi produzir amostras com a composição estequiométrica da mulita, sendo esta composta por 71,8% de alumina e 28,2% de sílica. Os pós utilizados como fonte de alumina foram: alumina pura e hidróxido de alumínio, e os pós utilizados como fonte de sílica foram: sílica pura, quartzito e vidro reciclado moído.

Foi feita análise de fluorescência de raios X para verificar a composição nos seguintes pós: hidróxido de alumínio, quartzito e vidro reciclável. Esse resultado foi utilizado para calcular a quantidade das matérias-primas a serem utilizadas para a obtenção da fase mulita

Foram analisadas amostras com quatro diferentes composições, sendo elas: Hidróxido de Alumínio + Sílica Pura – $Al(OH)_3$ + SiO_2; Hidróxido de Alumínio + Quartzito – $Al(OH)_3$ + Quartzito; Hidróxido de Alumínio + Vidro Reciclado – $Al(OH)_3$ + Vidro Reciclado e Alumina + Vidro reciclado – Al_2O_3 + Vidro Reciclado.

As misturas foram feitas em suspensão em álcool isopropílico, em moinho de bolas por 24 horas. A suspensão foi secada em estufa a 110°C, e após 24 horas na estufa, o pó foi desaglomerado e peneirado em peneira mesh #80. As amostras foram conformadas em pastilhas cilíndricas de 6,5 mm de diâmetro, com pressão de 70 MPa. As amostras que apresentam vidro em sua composição foram sinterizadas em duas temperaturas: à 1300°C e 1400ºC por 2 horas, com taxa de aquecimento de 10°C/min. As amostras que não tinham vidro na sua composição foram sinterizadas à 1500°C por 2 horas com taxa de aquecimento de 10°C/min.

As amostras sinterizadas foram caracterizadas por medidas de densidade aparente e porosidade aparente utilizando o princípio de Arquimedes. Para a observação da microestrutura por meio da microscopia eletrônica de varredura (MEV), a superfície das amostras foram lixadas e polidas com pasta diamantada de 6 μm e 3 μm e em seguida as amostras foram atacadas termicamente em uma temperatura 50°C abaixo da temperatura de sinterização por dez minutos. A DRX foi feita num difratômetro Shimadzu, modelo SSX550, com radiação Kα(Cu) = 1,54060 Å, com 2θ variando de 5° a 90°, e velocidade de varredura 2°/minuto. As fases presentes no material foram identificadas através do programa XRD-6000 V4.1.

Resultados e Discussão

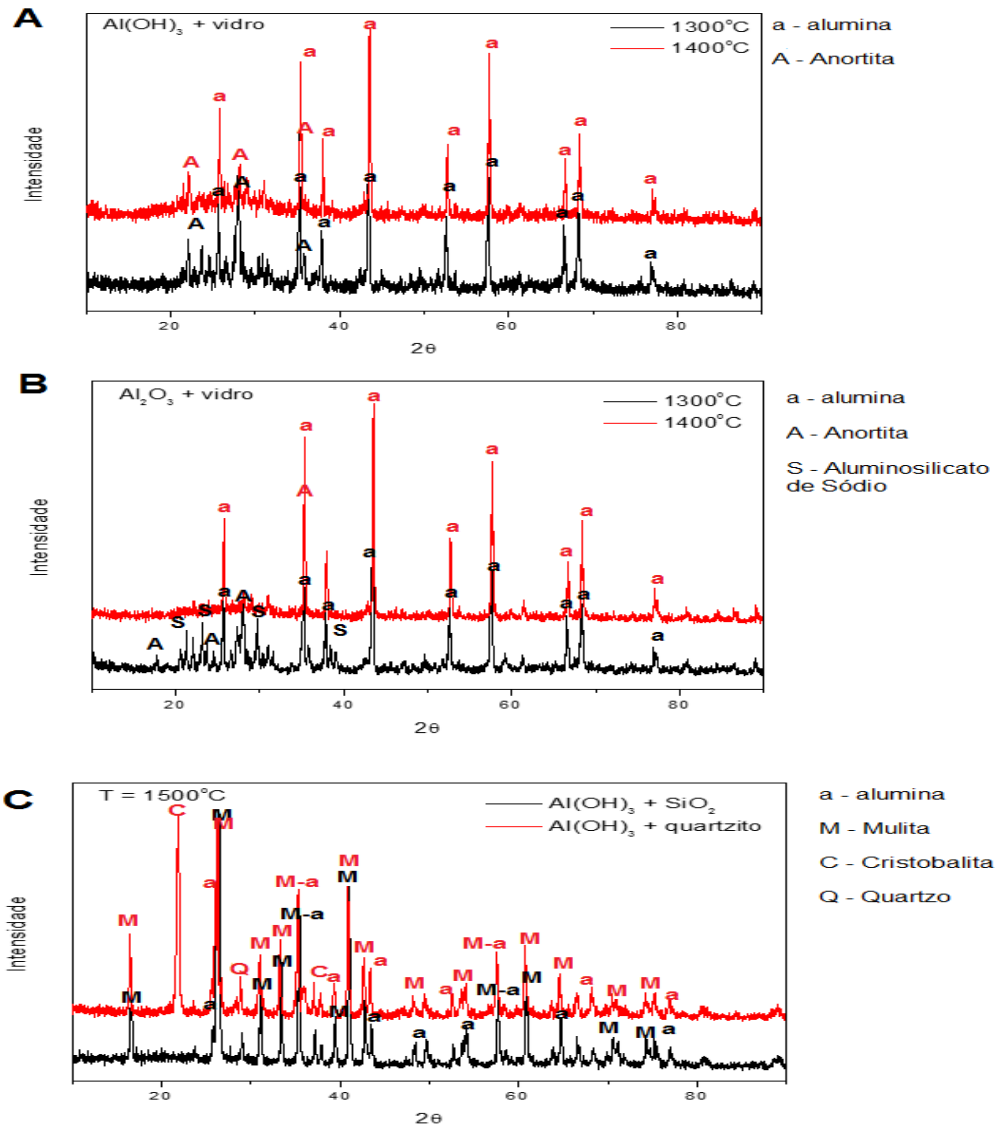
A tabela 1 apresenta os resultados de densidade aparente e porosidade aparente das composições estudadas. É possível observar que as amostras que não apresentam vidro obtiveram uma porosidade aparente elevada em comparação as amostras que foram feitas com vidro.

Pela análise de DRX, apresentada na figura 1 foi possível observar a formação da fase mulita apenas nas amostras que não apresentavam vidro em sua composição. As amostras que apresentavam vidro, pela composição do vidro ter grande quantidade de óxido de cálcio e óxido de sódio, apresentaram formação da fase anortita.

Tabela 1. Densidade aparente e porosidade aparente das composições estudadas.

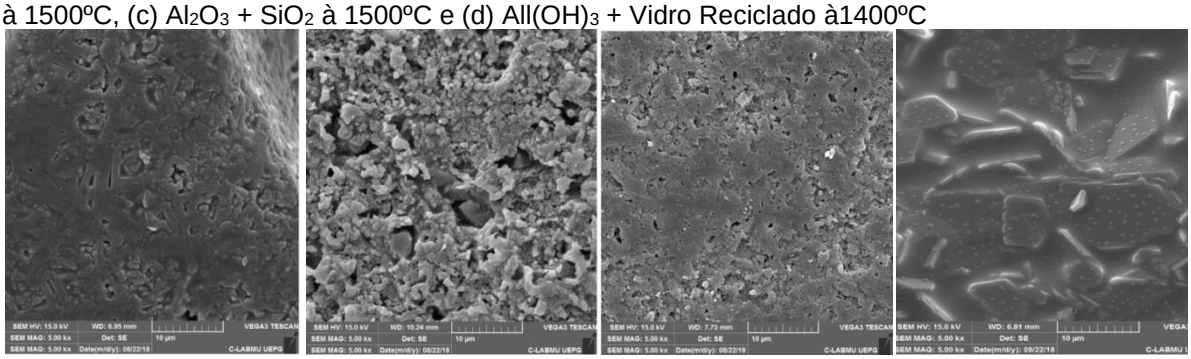
COMPOSIÇÃO	TEMPERATURA (ºC)	DA (g/cm³)	PA (%)
$Al(OH)_3$ + Vidro Reciclado	1300	2,57	4,03
Al_2O_3 + Vidro Reciclado	1300	2,65	2,28
$Al(OH)_3$ + Vidro Reciclado	1400	2,52	4,39
Al_2O_3 + Vidro Reciclado	1400	2,61	2,46
$Al(OH_3)$ + SiO_2	1500	2,99	33,33
$Al(OH)_3$ + Quartzito	1500	2,95	36,93

Figura 1 – Difratogramas das composições: (a) $Al(OH)_3$ + vidro sinterizadas a 1300ºC e 1400ºC; (b) Al_2O_3 + vidro, sinterizadas a 1300ºC e 1400ºC e (c) $Al(OH)_3$ + SiO_2 e $Al(OH)_3$ + quartzito, sinterizadas a 1500ºC.



A Figura 2 mostra a superfície das composições vistas por MEV. Nelas é possível observar a maior porosidade das amostras que não contém vidro. As amostras com vidro apresentam uma fase vítrea, a qual provavelmente é a responsável por sua baixa porosidade.

Figura 2 – Micrografia da composição: (a) Al_2O_3 + Vidro Reciclado à 1400ºC; (b). $Al(OH)_3$ + Quartzito à 1500ºC, (c) Al_2O_3 + SiO_2 à 1500ºC e (d) $Al(OH)_3$ + Vidro Reciclado à1400ºC



(a) (b) (c) (d)

Conclusões

Pelas medidas de porosidade aparente, foi possível observar que as misturas que exibiram menor porosidade aparente foram as que continham vidro em sua composição. Essa menor porosidade do vidro está associada à formação de uma fase líquida numa menor temperatura, proveniente do vidro reciclado. Por meio da análise por DRX foi possível observar que apenas nas misturas que não continham vidro ocorreu a formação da fase mulita, sendo a mistura de hidróxido de alumínio com sílica pura a que obteve a melhor formação. A não formação de mulita nas misturas com vidro se deu pela composição do vidro, rico em óxido de cálcio e óxido de sódio, propiciando a formação de outras fases ao invés da fase desejada.

Agradecimentos

Agradeço a Fundação Araucária pelo apoio financeiro e a UEPG pela infraestrutura para realização desse trabalho

Referências

[1] AKSAY, L. A.; DABBS, D. M.; SARIKAYA, M. Mullite for Structural, Eletronic, and Optical Applications. **J. Am. Ceram. Soc.**, v.74, p.2343-2358, 1991.

[2] SCHNEIDER, H.; SCHREUER, J.; HILDMANN, B. Structure and properties of mullite – A review. **J. Eur. Ceram. Soc.**, v.28, p.329-344, 2008.

[3] ANGGONO, J. Mullite Ceramics: Its Properties Structure and Synthesis. **J. Teknik Mesin**, v. 7, p 1-10, 2005.

[4] CHEN, C.Y.,LAN, G.S., TUAN, W.H. Preparation of mullite by the reaction sintering of kaolinite and alumina, **J. Eur. Ceram. Soc.**, v.20, p.2519–2525,2000.

[6] SADIK, C., AMRANI, E.I.-E.;ALBIZANE,A. Processing and characterization of alumina–mullite ceramics, **J. Asian Ceram. Soc**., v.2, p. 310–316, 2014.

[6] THAKUR, A.K.P.; BAGCHI,B.;HOQUE, N.A.; DAS,S. Mechanical, dielectric and photoluminescence properties of alumina–mullite composite derived from natural Ganges clay, **Appl. Clay Sci**.,v.114, p. 349–358, 2015.

[7] ALVES, H. P.A.; SILVA, J. B.; CAMPOS, L.F.A.;TORRES, S.M.;DUTRA, R. P.S.;MACEDO, D. A. Preparation of mullite based ceramics from clay–kaolin waste mixtures **Ceram. Int.**, v.42, p.19086–19090, 2016.

[8] MATTEUCCI, F.; DONDI, M.; GUARINI, G. Effect of soda-lime glass on sintering and technological properties of porcelain stoneware tiles. **Ceram. Int**. v. 28, p. 873-880, 2002.

[9] SOUZA, G.P.; RAMBALDI, E.; TUCCI, A.; ESPOSITO, L.; LEE, W.E.. Microstructural variation in porcelain stoneware as a function of flux system. **J. Am. Ceram. Soc.,** v. 87, p. 1959-1966, 2004.