

5. CERÂMICA

5.1 DESENVOLVIMENTO DE TECNOLOGIA PARA A ELIMINAÇÃO DA POROSIDADE SUPERFICIAL EM PLACAS CERÂMICAS DO TIPO PORCELANATO TÉCNICO POLIDO

Machado, M. de M.¹; Carminatti, M. da S.¹; Pereira, B. R.¹; Luza, A. L.¹; Montedo, O. R. K.^{1*}

¹ Laboratório de Cerâmica (PPGCEM/IDT/UNESC)

Palavras chave: porcelanato, vitrocerâmicos, manchamento.

Introdução

O Brasil é um dos principais protagonistas no mercado mundial de revestimentos cerâmicos, ocupando a segunda posição em produção e consumo. Em 2010, foram produzidos 753,5 milhões de m², para uma capacidade instalada de 875,2 milhões de m².¹ Com o aumento da competitividade entre as indústrias cerâmicas, o mercado passou a exigir produtos mais elaborados. Um dos produtos mais procurados tem sido o porcelanato polido, por apresentar elevado brilho.¹ Porém, na etapa de polimento, os poros das placas cerâmicas tornam-se abertos, ocasionando baixa resistência ao manchamento.² Assim, foi criada a hipótese de que se poderia aumentar a resistência ao manchamento do porcelanato, por meio da aplicação de um material vitrocerâmico, de tal forma a preencher os poros abertos, já que este material apresenta elevada resistência química. Desta forma, este trabalho tem como objetivo principal desenvolver uma solução tecnológica para a eliminação da porosidade superficial de placas cerâmicas do tipo porcelanato polido, por meio do preenchimento dos poros abertos com material vitrocerâmico.

Metodologia

Foram utilizadas duas composições vítreas (fritas) comerciais (Esmalglass), denominadas 18 e 1213, e duas composições vitrocerâmicas, denominadas A3 e P10C. O porcelanato utilizado foi fabricado por uma indústria cerâmica da região sul do Estado de Santa Catarina, no formato 45 cm x 45 cm. Porém, para a pesquisa, as peças foram cortadas no formato 6 cm x 6 cm. Cada composição foi moída a úmido em moinho rápido do tipo “periquito” por 10 min. A seguir, cada barbotina foi peneirada em peneira malha 325 mesh e secada em estufa para se obter um pó. Em seguida, uma pasta foi preparada com cada uma das composições adicionando-se quantidade suficiente de água em um recipiente cerâmico. Cada pasta foi, então, aplicada sobre a superfície polida das peças de porcelanato polido com a ajuda de uma espátula emborrachada, de forma a garantir o preenchimento dos poros superficiais. A efetividade do preenchimento foi verificada por meio de análise microscópica (Microscópio Óptico marca Laica – Modelo DMILM). As peças foram secas em estufa (Marca Inova) a 100°C por 24 h e tratadas

*oscar.rkm@gmail.com

termicamente em Forno Jung, com taxa de aquecimento de 10°C/min, na temperatura máxima de 850°C por 10 min. Após, as peças aplicadas e não aplicadas (padrão) foram submetidas ao ensaio de resistência ao manchamento de acordo com a norma NBR 13.818/97 - Anexo G. Os agentes manchantes empregados foram: VETEC (óxido de cromo III e óxido de ferro III), SYNTH (iodo ressublimado) e GALLO (óleo de oliva). Os agentes de limpeza usados foram: solvente Synth (acetona, ácido clorídrico e hidróxido de potássio), detergente neutro Limpol e abrasivo sapólio.

Resultados e Discussão

Os resultados mostraram um aumento na classificação do material quanto à resistência ao manchamento. De forma geral, a resistência ao agente manchante de ação penetrante (óxido de cromo) aumentou de 3 (padrão) para 4, considerando todos os materiais aplicados. No caso do agente manchante de ação oxidante (iodo), apenas a composição A3 melhorou a classificação, passando de 2 para 3. Já para o agente manchante com formação de película (óleo de oliva), as composições 18 e 1213 elevaram a classificação de resistência ao manchamento de 2 para 5.

Conclusão

Os resultados, apesar de preliminares, demonstraram que a tecnologia desenvolvida tem potencial para o aumento da resistência ao manchamento de revestimentos cerâmicos do tipo porcelanato polido, necessitando-se melhorar as condições de aplicação e de sinterização. As composições 18 e 1213 apresentaram melhores resultados.

Fonte Financiadora

CNPq/UNESC

Referências Bibliográficas

¹ <http://www.anfacer.org.br/>. Acessado em 28/07/2011.

² Montedo, O. R. K., Oliveira, A. P. N. Relação entre Desgaste Abrasivo Superficial e Brilho em Porcelanato Esmaltado. *Cerâmica Industrial*, v. 12, n. 5, p. 14-21, 2007.

³ <http://www.redetec.org.br/inventabrasil/zvitcer.htm>. Acessado em 28/07/2011.

5.2 Estudo da Cinética de Cristalização de Vitrocêramicos a Base de Cordierita e Espodumênio

Luza, A. L.¹; Pereira, B. R.¹; Carminati, M. da S.¹; Machado, M. de M.¹; Montedo, O. R. K.^{1*}

¹ Laboratório de Cerâmica (PPGCEM/IDT/UNESC)

Palavras-chave: Vidro, vitrocerâmicos, cristalização, sistema LZSA, cinética, cordierita, espodumênio.

Introdução

Materiais vitrocerâmicos vem sendo estudados desde os anos 1940 e ganharam importância através da fabricação de materiais de elevado desempenho.¹ São materiais caracterizados por possuírem elevada tenacidade, resistência ao choque térmico (algumas composições), resistência ao desgaste, resistência química, etc., devido à microestrutura composta por cristais de tamanho submicrométrico aleatoriamente distribuídos por todo volume.² Vários sistemas vitrocerâmicos têm sido estudados, destacando-se o sistema que cristaliza as fases cordierita e espodumênio.³ Para que haja uma garantia de obtenção de determinadas propriedades e características finais destes materiais, necessita-se controlar a microestrutura dos mesmos, tendo o domínio dos fenômenos de sinterização e de cristalização aplicados a este sistema. Para isto, este projeto propõe a investigação da cinética de cristalização de vitrocerâmicos a base de cordierita e espodumênio, para se conhecer melhor o comportamento durante o processo de tratamento térmico e, assim, compreender a influência microestrutura final do material e em suas propriedades.

Metodologia

Três composições vitrocerâmicas foram estudadas, baseadas nas fases cristalinas cordierita e espodumênio, denominadas cordierita, LSZ4Ax e 50/50. Os pós das composições foram caracterizados quimicamente (Philips PW2400) e termicamente (Netzsch STA 409EP). Estes parâmetros térmicos foram empregados na estimativa dos parâmetros cinéticos dos vitrocerâmicos, tais como energia de ativação, E_a , e o parâmetro de Avrami, n . A seguir, foram compactados corpos de prova das composições estudadas em prensa hidráulica de laboratório (300 kg/cm²). Em seguida, os corpos de prova foram secados em estufa a 100°C por 24 h e, em seguida, tratados termicamente (Fortelab, FQR Queima Rápida) nas respectivas temperaturas de cristalização. Após, foram avaliadas as fases cristalinas desenvolvidas por difratometria de raios X (DRX, Shimadzu, XRD-6000). Amostras dos corpos de prova obtidos foram devidamente preparadas para o ensaio de microdureza (Future Tech, FM-700).

*autor correspondente (e-mail

Resultados e Discussão

As composições estudadas apresentaram as seguintes temperaturas de cristalização: 980°C para a cordierita, 785 e 850°C para a LZS4Ax, e 900°C para a composição 50/50. A partir destas informações, foram aplicados os modelos cinéticos de Kissinger, Ozawa e Avrami, sendo obtidos os seguintes parâmetros cinéticos: E_a de 367 kJ.mol⁻¹ e n igual a 2 para a composição cordierita; E_a de 286 kJ.mol⁻¹ e n igual a 3 para a composição 50/50 e E_a de 311 kJ.mol⁻¹ e n igual a 2 para a composição LZS4Ax. Este comportamento está relacionado à formação das principais fases cristalinas: β -espodumênio, silicato de zircônio, α -cordierita, e α -mulita. Estas fases cristalinas foram combinadas em microestruturas que apresentaram as seguintes microdurezas máximas: 706 Hv para LZS4Ax, 620 Hv para a cordierita e 631 Hv para a composição 50/50.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que as principais fases formadas foram β -espodumênio, silicato de zircônio, α -cordierita, e α -mulita. A cristalização destas fases apresentou energia de ativação variando de 286 a 367 kJ.mol⁻¹. O mecanismo de cristalização volumétrico predominou nestes vitrocerâmicos, em concordância com a bibliografia. A microestrutura obtida com estas fases permitiu a obtenção de microdurezas variando de 620 a 706 Hv. Com isto, percebe-se que estes vitrocerâmicos apresentam potencial para aplicação em microeletrônica, devido à formação de fases com baixa constante dielétrica (β -espodumênio e α -cordierita).

Fonte Financiadora

CNPq/UNESC.

Referências Bibliográficas

- 1 W. Pannhorst. Overview. In: BACH H. Low Thermal Expansion Glass Ceramics. Germany, Springer, 1995.
- 2 Z. Strnad. Characteristics of glass-ceramic materials. Glass-Ceramic Materials. New York, Elsevier, 1986
- 3 A. A. Omar, S. M. Salman, G. A. Khater. Glass-ceramics in the cordierite-spodumene system based on inexpensive raw materials. In: BELLOSI, A. Fourth Euro Ceramics. Gruppo Editoriale Faenza Editrice S.p.A., Itália, 1995, v.4,p. 501-506.

5.3 ESTUDO DOS MECANISMOS DE CONDUÇÃO ELÉTRICA EM CERÂMICAS DO TIPO NBCa (Neodímio – Bário – Cobre)

De Pellegin, M.Z.¹, Caldart, C.A.B.¹, De Souza, J.¹, Duarte, G.W.¹, Fiori J., J.¹ e Fiori, M.A.¹.

¹ Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade do extremo Sul Catarinense, UNESC.

Palavras chaves: Cerâmica condutora, Cerâmica NBCa, Mecanismos de condução

Introdução

Introdução: A cerâmica do tipo NBCa (óxido de Neodímio, carbonato de Bário e óxido de Cobre) é um material avançado. Quando incorporado íons de carbonato em sua composição apresenta elevada condução elétrica em temperatura ambiente ou temperaturas mais elevadas. Esse trabalho avalia o mecanismo de condução elétrica dominante na cerâmica NBCa. O mecanismo de condução é complexo e pode ser explicado usando vários mecanismos de condução tais como Gama Variável de Mott (VRH), mecanismo Schottky-Richardson (RS), mecanismo Pool-Frenkel (PF), mecanismo Fowler-Nordheim (FN) e mecanismo de condução por tunelamento. Os resultados revelaram que a condutividade depende da temperatura e da polarização. Ainda, os resultados mostraram um comportamento não-ohmico para o NBCa, mesmo em diferentes polarizações.

Metodologia

Metodologia: A cerâmica NBCa foi preparada utilizando materiais específicos – óxido de Neodímio, carbonato de Bário e óxido de Cobre – em proporção molar de 0,5:2:3. A amostra foi prensada e sinterizada a 1263K. As propriedades elétricas foram avaliadas. Para determinar a condutividade elétrica, foi utilizado o método de quatro pontas. O intervalo de temperatura utilizado nas análises deste trabalho foi de 258 – 373K.

Resultados e Discussão

Resultados e Discussão: As próximas figuras mostram os resultados obtidos. A figura 1 mostra a relação entre condutividade e temperatura do NBCa, em baixas temperaturas apresenta comportamento semicondutor e em temperaturas elevadas apresenta comportamento metálico. A figura 2 mostra que a condutividade elétrica é dependente do potencial elétrico apenas em baixa temperatura.

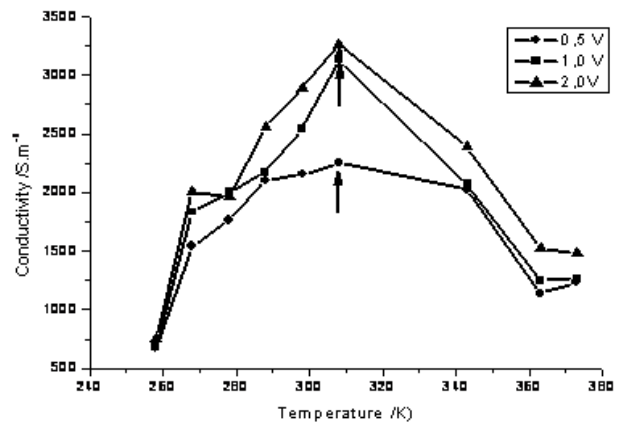


Figura 1

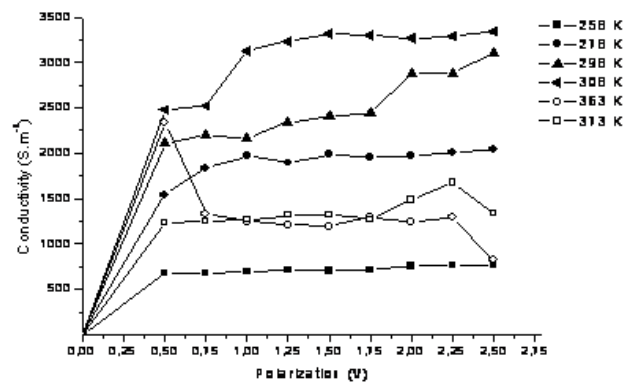


Figura 2

Conclusão

Conclusão: A condutividade elétrica do NBCa aumenta com o aumento da temperatura até 308K, que é a temperatura em que ocorre a transição semicondutora-metálica. Entre 308K e 363K o comportamento predominante é o metálico e o mecanismo de condução é o VRH. O NBCa possui condução não ôhmica para a barreira característica.

Fonte Financiadora

Fonte financiadora: Programa de Iniciação Científica UNESC.

5.4 VIDRO BACTERICIDA E FUNGICIDA DE ALTO DESEMPENHO BIOCIDA: AUMENTO DA EFICIÊNCIA ANTIMICROBIANA VIA ATIVAÇÃO ÁCIDA

Tachinski, C.G.^{1,a}, Mendes, E.^{2,b}, Oliveira, C.M.^{1,c}, Fernandes, M.P.^{1,d}, Silva, K.F.^{1,e}, Piletti, R.^{1,f}, Angioletto, E.^{1,g} and Fiori, M. A.^{1,h}

¹ Departamento de Materiais Avançados e Processamento de Polímeros – LMPP – Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade do extremo Sul Catarinense, UNESC.

² Programa de Pós-Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC.

Palavras chaves: Vidro bactericida, ativação ácida.

Introdução

Íons metálicos possuem um efeito tóxico sobre fungos, bactérias, vírus, entre outros microrganismos – efeito oligodinâmico. Um composto contendo íons prata em sua estrutura apresenta intensa atividade antimicrobiana, com efeito proporcional a concentração de íons. Ao se promover reações de troca iônica entre íons de sódio e prata, desenvolve-se um material vítreo em pó com propriedades bactericidas e fungicidas para uso em inúmeros produtos. A incorporação de íons prata em materiais vítreos é limitada pela concentração de sódio na matriz do vidro, fator que limita também o efeito biocida. O tratamento do pó de vidro com ácido substitui os cátions trocáveis por íons hidrogênio, além de proporcionar mudanças físicas no material, tais como o aumento de sua área superficial e do volume médio de poros, possibilitando a incorporação de uma quantidade maior de íons Ag^+ e, consequentemente, intensificando a propriedade antimicrobiana do material. O objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da ativação ácida do vidro com ácido clorídrico na incorporação de íons prata, durante processos de troca iônica, e nas propriedades biocidas do aditivo vítreo de prata.

Metodologia

Para realizar a ativação ácida do vidro é necessário imergir o mesmo em uma solução ácida. O sistema é aquecido a refluxo, sob agitação, durante 4 horas. Em seguida, o vidro tratado com ácido é coletado através de uma filtração à vácuo. O pó de vidro é então lavado em água deionizada durante 24 horas, para que os resíduos do ácido sejam removidos do mesmo. Este processo foi realizado com ácido clorídrico, utilizando-se diferentes pH's (1.0; 3.0; 5.0), diferentes tempos de ativação ácida (2.0 h; 4.0 h; 6.0 h) e diferentes temperaturas (30.0 °C; 60.0 °C; 90.0 °C) no desenvolvimento das amostras. O efeito da variação destes fatores na propriedade biocida do material vítreo foi avaliado empregando o método de planejamento experimental fatorial. As reações de troca iônica foram realizadas utilizando uma quantidade fixa de $AgNO_3$ (15.0% no meio iônico).

Após este processo as amostras foram submetidas à caracterização por EDS e Absorção Atômica (AA), além de análise microbiológica, utilizando o método disco-difusão com as bactérias *Escherichia coli* e *Staphylococcus aureus*. O projeto experimental utilizado foi do tipo fatorial 2^k , com três fatores.

Resultados e Discussão

Os resultados dos ensaios microbiológicos foram analisados estatisticamente, de acordo com o planejamento experimental. A análise estatística mostra que as variações do pH e do tempo de ativação ácida foram significativas para a área do halo de inibição microbiológica, obtida pelo método disco-difusão, para a bactéria *Escherichia coli*. Ainda para esta espécie de bactéria, a variação de temperatura durante a ativação ácida não influenciou no resultado microbiológico. Para a bactéria *Staphylococcus aureus*, apenas a temperatura foi significativa para o efeito bactericida verificado. A análise estatística dos resultados da caracterização do material pelas técnicas EDS e AA não identificou nenhum parâmetro significativo durante o processo de ativação ácida do material vítreo.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que a ativação ácida é capaz de otimizar a reação de troca iônica em vidros com estruturas mais compactas e com baixa porosidade. No entanto, o procedimento realizado não se mostrou efetivo para um material vítreo mais poroso e com estrutura mais aberta, que possibilite a difusão dos íons prata no vidro.

Fonte Financiadora

CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico.

Referências Bibliográficas

[1] FIORI, M. A.; PAULA, M. M. S.; BERNARDIN, A. M.; RIELLA, H. G. e ANGIOLETTO, E. Materials Science and Engineering C (2009), p. 1-5.

^akamila_gt@hotmail.com, ^belt.kof@hotmail.com, ^cmila_machad0@hotmail.com, ^dmaglifernandes@hotmail.com,

^ekatiusce_jk@hotmail.com; ^fraquelpiletti@yahoo.com.br, ^gean@unesc.net, ^hmfi@unesc.net.

5.5 PROCESSO PARA OBTENÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE AGREGADOS GRAÚDOS PARA CONCRETO A PARTIR DE LAMA VERMELHA DO PROCESSO BAYER.

Furlan, L. S.¹, Isaías Jr., L. F.¹, De Noni, Jr. A.^{1,2}

¹ Laboratório de Cerâmica (IDT/UNESC)

² Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM/UNESC)

Palavras chaves: Lama Vermelha, Concreto, Valorização de Resíduos, Delineamento de Misturas.

Introdução

A alumina é uma das matérias-primas mais empregadas na indústria mundial. Sua obtenção se dá através da mineração da bauxita e refino com o processo Bayer. Do processo Bayer resulta a formação de alumina e de um subproduto denominado lama vermelha (LV) que precisa ser armazenado em bacias de contenção impermeáveis, constituindo um grande problema para este setor. Cada tonelada de alumina produzida gera aproximadamente uma tonelada de LV¹. O objetivo deste trabalho foi desenvolver produtos agregados para concretos a partir do uso de LV², podendo proporcionar uma redução na extração de matérias-primas para fabricação de concreto e oferecendo um destino adequado à LV.

Metodologia

Para a preparação dos agregados foram escolhidas além da LV, duas argilas, nomeadas de PA-Escura (plástica e fundente) e PA-amarela (não-plástica e refratária), todas provenientes do estado do Pará. A LV e as argilas foram secas a 100 °C e moídas em moinho de bolas, até uma granulometria inferior a 800 µm. Seis composições foram elaboradas através de delineamento de misturas triaxiais. O conteúdo de LV variou entre 80 e 100% e das demais argilas entre 0 e 20%. As misturas foram levadas a um disco pelletizador. A umidade necessária no processo dependeu do comportamento de cada composição, sendo controlada segundo um padrão de pelletização pré estabelecido. As pelotas foram secas a 100 °C e queimadas em temperaturas de 1150, 1170 e 1190 °C e tempos de residência na temperatura máxima de 15, 30, 60 e 90 min. Após a queima o material foi caracterizado segundo a absorção de água, densidade aparente e teor de alumínio solubilizado, como parâmetro do grau de inertização do resíduo, segundo norma ABNT NBR 10004.

Resultados e Discussão

A pelletização resultou na obtenção de agregados graúdos com tamanho entre 6,3 a 19 mm. O rendimento deste processo foi de aproximadamente 95%. O teor de umidade necessário das pelletizações para a LV pura foi de aproximadamente 19%, para a composição com 20%, de PA-Escura (mais plástica) foi necessária aprox. 21% de umidade e para PA-Amarela 18%. Quanto ao comportamento térmico as densidades variaram entre 2,3 a 2,9 g/cm³ e a absorção de água entre 1 e 14%. O teor de alumínio solubilizado variou de 0 a 30 ppm.

Conclusão

Verificou-se a viabilidade técnica de obtenção de agregados graúdos a partir de lama vermelha pura ou em mistura com argilas de natureza distintas. A rota aplicada consiste nas etapas de secagem, moagem, mistura, pelletização, secagem e queima. Quanto mais plástica a característica da argila mais água será necessário para a pelletização. Quanto mais fundente a argila menor a absorção de água e maior a densidade aparente. Observa-se que a lama vermelha pura apresentou comportamento intermediário entre as duas argilas empregadas o que a qualifica como uma matéria-prima capaz de gerar um produto comercial. A inertização do Al está condicionada ao fechamento da porosidade e à presença de sílica proveniente das fases argilosas.

Fonte Financiadora

CT-Mineral/CNPq.

Referências Bibliográficas

- 1-SILVA FILHO, E.B. ALVES, M.C.M. DA MOTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas Revista Matéria, 12, 322-338 (2007).
- 2-ROSSI, C. R. C. ; RAMOS, M. A. ; MACÊDO, Alcebíades Negrão ; OLIVEIRA, D. R. C. . Estudo Experimental das Propriedades Físicas e Mecânicas de Agregados para a Construção Civil Produzidos a partir de Lama Vermelha. In: 50 Congresso Brasileiro do Concreto - IBRACON, Salvador, Brasil (2008).

^akamila_gt@hotmail.com, ^belt.kof@hotmail.com, ^cmila_machado@hotmail.com, ^dmaglifernandes@hotmail.com, ^ekatusce_jk@hotmail.com; ^fraquelpiletti@yahoo.com.br, ^gean@unesc.net, ^hmfi@unesc.net.

5.6 DESENVOLVIMENTO DE PROPRIEDADES PLASTIFICANTES EM CAULINS BENEFICIADOS PARA O EMPREGO EM COMPOSIÇÕES DE PORCELANATO.

Margotti, R.L.¹ De Noni Jr, A.^{1,2}

¹ Universidade do Extremo Sul de Santa Catarina, Criciúma, SC, Brazil

² Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais - PPGCEM

Palavras chaves: Caulim, Delaminação, Resistência Mecânica.

Introdução

O Brasil ocupa posição de destaque mundial como segundo maior consumidor e produtor de revestimentos cerâmicos. Neste segmento, o porcelanato representa a classe de produto com maior valor agregado. Uma das matérias-primas utilizadas na produção de porcelanato é o caulim, porém com uso limitado devido a sua baixa plasticidade devido, principalmente, ao seu maior tamanho de partícula em relação às demais classes de argilominerais. A falta de plasticidade dificulta o processo de conformação o que influencia na resistência mecânica da peça a seco.

O principal objetivo deste trabalho foi desenvolver propriedades plásticas em caulins beneficiados, com a utilização de moagem empregando a tecnologia de microesferas, também denominada como moagem de alta energia.

Metodologia

O caulim foi o componente escolhido para receber este tipo de tratamento, pois, apesar de sua baixa plasticidade ele deflocula bem permitindo assim um processo de moagem via úmida com maior quantidade de material sólido. O caulim ainda durante a queima é capaz de controlar o fenômeno de deformação pirolástica devido principalmente a cristalização de mullita primária. O caulim utilizado neste estudo foi um caulim primário beneficiado proveniente do estado da Paraíba com teor de caulinita de 95%. Este material foi caracterizado através de distribuição de tamanho de partícula, fluorescência de raios X e difração de raios X. Com a utilização de um moinho Netzsch PE 075 foram feitas moagens em tempos de 1,0, 2,0, 3,0 e 4,0 h, rotação X RPM e esferas de zircônia de 0,3-0,4 mm. Uma amostra dos caulins foi seca em estufa a 100°C e foram caracterizados por difração de raios X e distribuição de tamanho de partículas. A maior parte das amostras moídas foi seca em estufas a 60 °C, e logo após misturadas com feldspato e talco, obtendo composições com 30% caulim, 65% feldspato e 15% talco. As formulações foram umedificadas com umidade de 7% (base seca) e confeccionados

corpos-de-prova com dimensões 80x20x6 mm³ com pressão de 40 MPa. Após secagem a 110°C até massa constante os corpos-de-prova foram submetidos a ensaios de resistência mecânica à flexão três pontos e densidade aparente.

Resultados e Discussão

Os ensaios de DRX demonstraram que mesmo com 4,0h de moagem não houve uma redução significativa na cristalinidade dos caulins, a distribuição de tamanho de partículas por difração a laser não demonstrou redução significativa no tamanho de partícula. Estes resultados sugerem que as moagens proporcionadas apenas um processo de delaminação das folhas hexagonais das partículas de caulim. Os ensaios de densidade aparente indicaram que o produto apresentou bom empacotamento de partículas. Quanto a resistência mecânica observou-se um incremento significativo passando de 0,6 MPa para o caulim não delaminado para 1,5MPa para o caulim delaminado com tempo de 2,0h. A partir de 2,0h não houve variação significativa.

Conclusão

Pode-se comprovar que a delaminação de caulim pode ser empregada com etapa do processamento de porcelanato com objetivo de incrementar as propriedades mecânicas das peças em estado seco.

Fonte Financiadora

PIBIC/UNESC

Referências Bibliográficas

1. DE NONI JR., A. HOTZA, D. CANTAVELLA S., V. SANCHEZ V., E. . Influence of composition on mechanical behaviour of porcelain tile. Part I: Materials Science & Engineering: A, 527, 1730-1735, (2010).
2. RODRIGUES NETO, J.B. MORENO, R. Effect of mechanical activation on the rheology and casting performance of kaolin/talc/alumina suspensions for manufacturing dense cordierite bodies. Applied Clay Science, 38, 3-4, 209-218, (2008).

5.7 DESENVOLVIMENTO DE VIDRADO CERÂMICO COM ATIVIDADE FOTOCATALÍTICA

Spricigo L.P., Tezza V.B., Uggioni E., Bernardin A.M.*

Grupo de Materiais Cerâmicos e Vítreatos (PPGCEM/UNESC)

Palavras chaves: Revestimentos, Propriedades fotocatalíticas, Propriedades fotoativas, Anatásio, Vidrados..

Introdução

Introdução: Os recobrimentos com propriedades catalíticas, i.e., ativáveis por radiação UV, formam superfícies com uma série de características especiais, baseadas na habilidade de tais recobrimentos de destruir a matéria orgânica (em estado sólido, líquido ou gasoso) que se deposita ou toca a superfície, e também aumentar a molhabilidade superficial e facilitar o escoamento da água que é depositada, naturalmente ou artificialmente, nestas superfícies [1]. O objetivo deste estudo foi obter vidrados cerâmicos com atividade fotocatalítica, formulados com anatásio.

Metodologia

Metodologia: Os vidrados foram desenvolvidos utilizando fritas cerâmicas convencionais, adicionando o anatásio como agente de fotocatalise. Empregou-se a proporção de 5:5:10:80 em massa de anatásio, frita cerâmica (ou cloreto de sódio), agente de suspensão e água, respectivamente, sendo a solução depositada sobre placas cerâmicas vidradas (10 cm×10 cm) previamente limpas e secas. Em seguida as placas foram queimadas nas máximas temperaturas de queima de 850, 900, 950, e 1000°C, a uma taxa de aquecimento de 10°C/min, mantendo-se as amostras na temperatura máxima de queima por 20 minutos. As fritas foram caracterizadas quimicamente (FRX) e termicamente (dilatometria óptica, 40 °C/min, ao ar). Para o anatásio foi determinada a composição química (FRX), tamanho de partícula (difração a laser), e a estrutura cristalina (DRX, Cu-K α ($\lambda=1,5418\text{\AA}$), 40 kV e 30 mA, 2 θ de 10 a 90°, com passo de 0,05° e tempo de 1 s). Após queima, a atividade fotocatalítica foi determinada pela medição do ângulo de contato de uma gota de água depositada sobre a superfície das placas queimadas após irradiação em luz UV A (360 nm) durante 1 a 4 h, comparando-se com o ângulo de contato sem irradiação (0 h). O ângulo foi medido com auxílio de um microscópio óptico adaptado, onde uma gota de água (5 μ L) era depositada sobre a superfície das placas com auxílio de uma agulha.

Resultados e Discussão

Resultados e Discussão: A análise química (FRX) mostra que a frita TEC é formada por SiO₂ (53%), B₂O₃ (23%) e Na₂O (11%); a frita SMT é formada por SiO₂ (63%), Al₂O₃ (10%), CaO (10%) e B₂O₃ (7%); e a halita por Na e Cl. A frita TEC é muito mais adequada para terceira queima que a frita SMT devido às menores temperaturas características, resultado da composição química desta frita. O TiO₂ é formado por anatásio (DRX) e a análise de DTP mostra que o pó é submicrométrico.

Molhabilidade: para 850 e 900°C houve diminuição do ângulo de contato em função do tempo de irradiação sob a luz UV. O ângulo de contato da água com a superfície das placas queimadas é reduzido de 25° a 40° para menos de 10°, o que mostra grande hidrofiliabilidade destas superfícies.

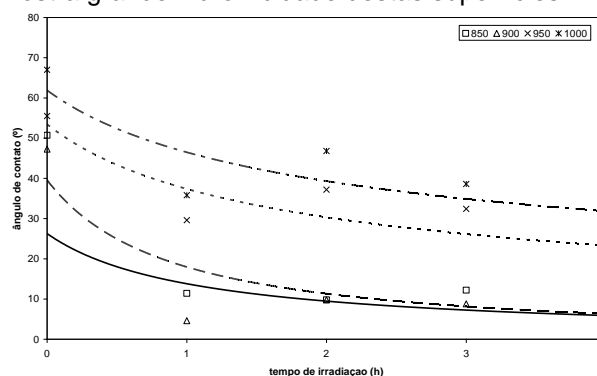


Figura 2. Variação do ângulo de contato para a frita TEC em função do tempo de irradiação e da temperatura de queima

Conclusão

Conclusão: A alteração da molhabilidade da superfície depende das características dos componentes utilizados para a formulação do vidrado, principalmente o uso de TiO₂ que, principalmente na forma de anatásio, promove a hidrofiliabilidade da superfície devido à ejeção de átomos de oxigênio para a superfície do cristal de TiO₂, reduzindo assim os átomos de Ti do estado de oxidação +4 para o +3, causando a hidrofiliabilidade.

Fonte Financiadora

Fonte financiadora: PIBIC/CNPq/UNESC

Referências Bibliográficas

[1] FUJISHIMA, A., ZHANG, X. Comptes Rendus Chimie v.9, p.750-760, 2006.

5.8 ESTRUTURAS MULTICAMADAS DE COMPÓSITOS A BASE DE VITROCERÂMICOS PARA EMPREGO COMO MATERIAL DE BLINDAGEM

Carminati, M. da S.^{1*}; Pereira, B. R.¹; Luza, A. L.¹; Machado, M. de M.¹; Montedo, O. R. K.¹

¹ Laboratório de Cerâmica (PPGCEM/IDT/UNESC)

Palavras-chave: Estruturas multicamada, blindagem balística, vitrocerâmicos, sistema LZSA.

Introdução

O interesse na área de balística voltado à segurança pública e militar tem crescido e estimulado a pesquisa e o desenvolvimento. Neste sentido, procura-se desenvolver materiais que sejam resistentes ao impacto, mas que ao mesmo tempo consigam melhorar a relação resistência/peso, já que equipamentos mais leves permitem maior mobilidade. O emprego de materiais vitrocerâmicos tem sido considerado, já que possuem elevada dureza e resistência à compressão específica, boa tenacidade e baixa densidade¹⁻³. Deste modo, esse trabalho tem como objetivo investigar o emprego de compósito a base de material vitrocerâmico do sistema LZSA, na obtenção de placas multicamadas para potencial uso como material de blindagem.

Metodologia

Inicialmente, duas composições vitrocerâmicas (A2 e A7) e compósitos, tendo estas composições como matriz e partículas cristalinas de zircônia (ZrO_2) como partículas de reforço, foram selecionadas para avaliar suas características elásticas. Os pós foram umidificados a 8% em peso e compactados, a seguir, em prensa hidráulica de laboratório (~ 10 MPa). Posteriormente, os corpos de prova foram secos em estufa a 100°C/24 h e sinterizados em forno mufla (Jung/LF0913, 20°C/min) entre 850 e 950°C por 2 h. A seguir, os mesmos foram submetidos a ensaios de determinação do coeficiente de expansão térmica (dilatômetro Netzsch, modelo DIL 402C) e do módulo elástico (máquina de ensaios mecânicos EMIC, DL 20000). A partir destes resultados, os compósitos formados pelo vitrocerâmico A7 como matriz e ZrO_2 como partícula de reforço, nas proporções em peso de 25/75, 50/50 e 75/25, e o compósito formado pelo vitrocerâmico A2 como matriz e a alumina (Al_2O_3) como partícula de reforço, na proporção em peso de 90/10, foram selecionados para se obter uma estrutura multicamada, que produzisse tensões residuais entre as camadas, tal que aumentasse a resistência final do material. Para compor as camadas externas, pós para formar os compósitos foram misturados e homogeneizados a seco em um moinho rápido de laboratório por 5 min. Após, cada formulação foi umidificada a 10% em peso. A suspensão usada para a camada interna apresentou a seguinte composição em peso: 16,7% de plastificante Resicel V/7, 45,5% de A2, 4,5% de Al_2O_3

e 33,3% de água. Para a obtenção das estruturas multicamadas, cada compósito foi primeiramente carregado em uma prensa hidráulica de laboratório com determinado peso (8, 10 ou 12 g). A seguir, esta camada foi levemente compactada (~ 4 MPa). Com a ajuda de uma esponja, uma camada da suspensão contendo o compósito 90%A2-10% Al_2O_3 foi aplicada e, a seguir, sobre esta, nova camada do mesmo compósito da primeira camada e com a mesma massa foi aplicada. Em seguida, o conjunto foi compactado a ~ 10 MPa. Após obter-se as estruturas desejadas, os corpos de prova foram secados em estufa a 100°C/ 24 h e sinterizados em forno mufla (Fortelab/FQR 1.300/3, 20°C/min) a 1000°C por 2 h. Após a queima, os corpos de prova foram submetidos a teste de resistência a flexão em máquina de ensaios mecânicos EMIC/ DL 10000.

Resultados e Discussão

Os resultados indicaram a seguinte tendência: a redução do percentual de ZrO_2 como partícula de reforço do compósito aumentou a resistência à flexão. Além disso, o aumento da relação entre as espessuras da camada externa e a camada interna também aumentou a resistência à flexão. O melhor resultado foi obtido para o compósito 75% de A7 e 25% de ZrO_2 (camada externa de 12 g), apresentando módulo de resistência à flexão de 5,2 MPa, um aumento de 33% em relação ao respectivo monolito.

Conclusão

Os resultados obtidos mostraram que a estrutura multicamada formada pelo compósito contendo 75% do vitrocerâmico A7 e 25% de ZrO_2 , na camada externa, elevou a resistência à flexão de 3,9 MPa (monolito) para 5,2 MPa com o material multicamada (aumento de 33%), demonstrando potencial para diversas aplicações.

Fonte Financiadora

CNPq/UNESC

Referências Bibliográficas

- 1 Shockey, D. A., Marchand, A. H., Saggs, S. R., Cort, G. E., Buzkett, M. W., Parker, R. Int. J. Impact Eng., 1990.
- 2 Johnson, G. R., Holmquist, T. J. J. Appl. Phys., 1999.
- 3 Espinosa, H. D., Brar, N. S., Yuan, G., Xu, Y., Arrieta, V. Int. J. Sol. Struct., 2000.

5.9 VIDROS OBTIDOS A PARTIR DE RESÍDUOS INDUSTRIAIS

Rodrigues L., Uggioni E., Bernardin A.M.*

Grupo de Materiais Cerâmicos e Vítreos (PPGCEM/UNESC)

Palavras chaves: Resíduos, Cinzas, Vitrificação, Reciclagem, Metais Pesados.

Introdução

Introdução: As cinzas de carvão têm propriedades físicas e químicas que as tornam úteis para a construção e para materiais industriais. As cinzas volantes são usadas como matéria-prima para a produção de cimento Portland, e as cinzas pesadas são utilizadas como substitutas para areia, cascalho e pedra britada [1]. No Brasil, a maioria dos produtos da combustão do carvão é depositada em aterros, e apenas as cinzas leves ou volantes são usadas para produção de cimento Portland. O objetivo deste trabalho foi determinar a eventual utilização de cinzas (volantes e pesadas) como matérias-primas para a indústria de vidro. Neste estudo inicial as cinzas de carvão são misturadas com outros resíduos obtidos a partir da mineração de feldspato e fluorita e do processo de galvanização. Uma abordagem por planejamento estatístico de misturas foi utilizada para determinar as melhores características que poderiam ser obtidas a partir de cada resíduo.

Metodologia

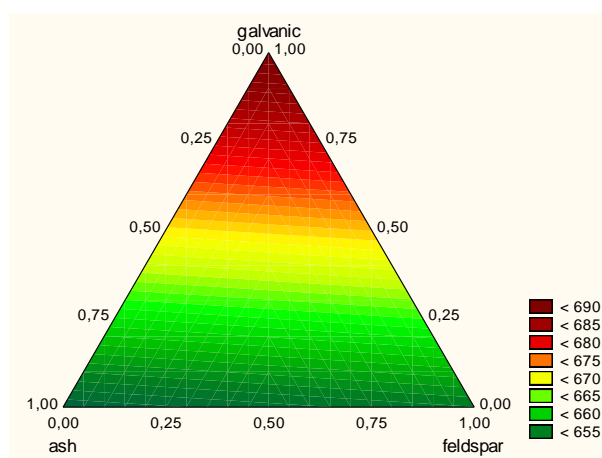
Metodologia: Cinzas pesadas da empresa Tractebel Energia (Capivari de Baixo, Brasil) foram vitrificadas com resíduos de feldspato, fluorita e galvanização. Todos os resíduos foram analisados por espectroscopia de fluorescência de raios X (FRX, Philips PW2400, amostra fundida). A vitrificação dos resíduos foi realizada com adição de 10% de Na_2CO_3 em misturas de 500 g, à máxima temperatura de 1450°C por 2h, ao ar, em um forno a gás utilizando cadinhos de alumina. Os vidros resultantes tinham coloração marrom-escuro.

A análise térmica foi realizada por análise térmica diferencial (NETZSCH 409). O estudo foi realizado utilizando ar ambiente como atmosfera e taxa de aquecimento de 20°C/min.

Resultados e Discussão

Resultados e Discussão: A análise química dos resíduos mostra que as cinzas e os resíduos de feldspato e fluorita têm composição semelhante, com teor relativamente alto de SiO_2 , Al_2O_3 e óxidos alcalinos; o resíduo galvânico apresenta principalmente Fe_2O_3 , CaO e halogênios, com uma acentuada perda ao fogo. A análise de variância (ANOVA) para a temperatura de amolecimento (T_m)

revela uma forte dependência linear dos fatores, com uma alta significância estatística ($p > 95\%$) e um excelente ajuste ao modelo linear ($R^2 \sim 1$). A temperatura de transição vítrea (T_g) não pode ser analisada, pois os resultados não foram



estatisticamente significativos neste estudo.

Figura 1. Curva de nível para a temperatura de amolecimento do sistema

Conclusão

Conclusão: As cinzas de termelétricas pertencem ao sistema Si-Al-Fe e por isso podem facilmente formar vidros. Para diminuir a viscosidade dos vidros (visível como uma redução na temperatura de transição vítrea em DTA), é necessário aumentar o teor de Na_2O . Além disso, a presença de Fe_2O_3 e ZnO no resíduo galvânico resulta em maior energia de ligação da estrutura do vidro e pode promover um processo de devitrificação do sistema, com a transformação destes materiais não cristalinos nos correspondentes produtos vitrocerâmicos, características não exploradas no presente trabalho.

Fonte Financiadora

Fonte financiadora: FAPESC/Prêmio Mérito Universitário Catarinense.

Referências Bibliográficas

[1] CHIMENOS, J.M.; SEGARRA, M.; FERNÁNDEZ, M.A.; ESPIELL, F. Journal of Hazardous Materials A, v.64, p.211-222, 1999.

5.10 DESENVOLVIMENTO DE FASES CERÂMICAS PARA REFORMADORES DE METANO

Lisandro Simão¹, João V. H. de Lara¹, Marcos M. da S. Paula¹, Oscar R. K. Montedo² e Luciano da Silva¹

¹ Laboratório de Síntese de Complexos Multifuncionais - LASICOM - Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, SC.

² Laboratório de Cerâmica - Universidade do Extremo Sul Catarinense - UNESC, Criciúma, SC

Palavras chaves: Reformadores, Gás Metano, Hidrogênio, Célula a combustível, Porosidade.

Introdução

No desenvolvimento de reformadores de metano, nosso grupo de pesquisa vem atuando na preparação de fases cerâmicas impregnadas com catalisadores. Neste trabalho apresentamos o desenvolvimento de diferentes composições de suportes catalíticos. Estes suportes foram desenvolvidos a partir de composições anteriormente estudadas obtidas em diferentes patamares de queima. O intuito foi à estabilização da fase cerâmica e aumento da porosidade, requisitos essenciais para a aplicação em reformadores de metano.

Metodologia

As pastilhas cerâmicas foram prensadas e sinterizadas variando suas composições, tempo e condições de queima. Foram preparadas 21 (vinte e uma) diferentes composições. A composição 20 (Tabela 1) teve seu comportamento térmico avaliado e as condições de tratamento térmico aplicada até a temperatura de 800°C foram baseadas nos resultados de TGA desta composição. As condições de tratamento aplicada nas amostras até a condição de sinterização foram baseadas nos resultados de dilatometria (Figura 2). Os ensaios de caracterização foram realizados para algumas amostras. A tabela 1 apresenta as composições das amostras analisadas. As amostras foram caracterizadas com densidade aparente (ρ) (imersão em mercúrio) e densidade real dos sólidos (ρ_0) para se obter a porosidade (P) através da sua relação com a densidade relativa (ρ/ρ_0) (Eq. 1).

$$P = 1 - (\rho/\rho_0) \quad \text{Eq. 1}$$

Tabela 1 - Diferentes Composições utilizadas

Composição	Caulim	CaCO ₃	Feldspato	Quartzo
20	50%	20%	20%	10%
26	50%	20%	26%	4%
34	50%	20%	16%	14%
40	50%	20%	10%	20%

Resultados e Discussão

A Figura 1 apresenta o espectro de TGA da composição 20.

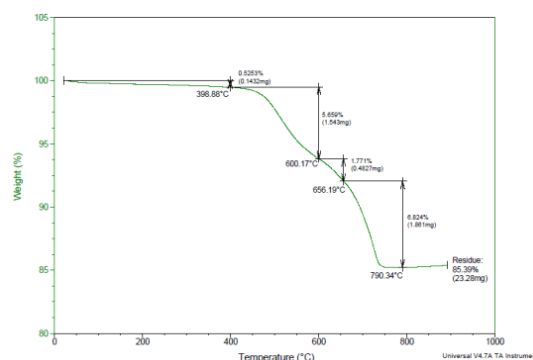


Figura 1 - Curva de perda de massa (TGA)

Pode-se notar que todas as amostras apresentaram aumento da porosidade com o aumento da temperatura de queima, sendo a composição 26 – 1050 °C a que apresentou melhor resultado (34,29 %) e a composição 20 a que apresentou piores resultados em todas as temperaturas de queima.

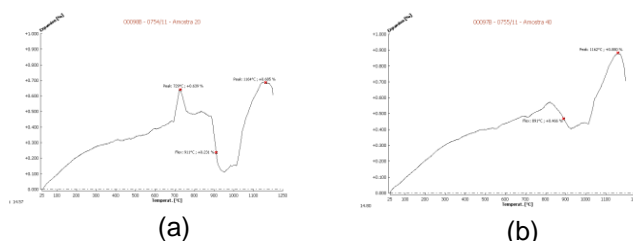


Figura 2 - Dilatometria das Comp. 20 (a) e 40 (b)

Conclusão

Estes são os primeiros resultados obtidos, outros ensaios estão sendo feitos para se obter o melhor suporte catalítico.

Fonte Financiadora

PIBIC/UNESC.

Referências Bibliográficas

Santos, D. C. R. M., Lisboa, J. S., Passos, F. B., Noronha, F. B., *J. Braz. Chem. Eng.*, **21**, 02, 203 (2004).

5.11 OBTENÇÃO DE NANOPARTÍCULAS DE ZnO A PARTIR DE PROCESSO SOL-GEL

Perucchi M., Savi B.M., Uggioni E., Bernardin A.M.*
Grupo de Materiais Cerâmicos e Vítreos (PPGCEM/UNESC)

Palavras chaves: ZnO, Nanopartículas, Nanomateriais, Sol-Gel.

Introdução

Introdução: O óxido de zinco é um material semicondutor do grupo II-VI que possui um “gap” de energia largo em torno de $E_g=3,2$ eV, grande faixa de energia de excitação e condutividade elétrica controlada, e quando dopado com metais de transição exibe o fenômeno ferromagnético em temperatura ambiente, e por causa disso muito interesse tem despertado devido ao seu potencial de aplicação em spintrônica. O objetivo deste trabalho foi obter e caracterizar nano partículas de ZnO a partir de processo sol-gel do tipo soloquímico.

Metodologia

Metodologia: Cloreto de zinco ($ZnCl_2$), nitrato de zinco ($Zn(NO_3)_2$) e hidróxido de sódio (NaOH) com grau analítico foram utilizados como precursores para a síntese. Em um reator, o NaOH foi dissolvido em água destilada a uma concentração de 1,0 M. A solução resultante foi aquecida, sob agitação constante, à temperatura de reação desejada ($50^\circ C$ e $90^\circ C$). Depois de atingir a temperatura desejada, uma solução 0,5 M de $ZnCl_2$ e outra 0,5 M de $Zn(NO_3)_2$ foram adicionadas lentamente (gotejamento por 60 min e 30 min) no reator. Após gotejamento completo, cada solução do planejamento experimental permaneceu sob agitação por um período de duas horas, mantendo-a na temperatura desejada. Após síntese cada pó foi analisado por DRX (Cu-K α ($\lambda=1,5418\text{\AA}$), 40 kV e 30 mA, 2θ de 0 a 80° , com passo de $0,05^\circ$ e tempo de 1 s). As imagens de alta resolução foram obtidas por MET (200 kV, HRTEM). A análise UV-Vis foi realizada com leitura entre 200 e 800 nm em um espectrômetro de duplo feixe em porta-amostra de quartzo (4 mL), sendo lida a absorbância das soluções.

Resultados e Discussão

Resultados e Discussão: Em todos os difratogramas o plano (101) é mais intenso do que os demais, sendo a estrutura da wurtzita. A análise de MET de alta resolução mostra o plano basal (101) da estrutura da wurtzita, que apresenta maior taxa de crescimento. O espectro UV-Vis mostra claramente uma forte absorbância a ~ 300 nm, mostrando que a

síntese resultou em amostras fotossensíveis na região do UV.

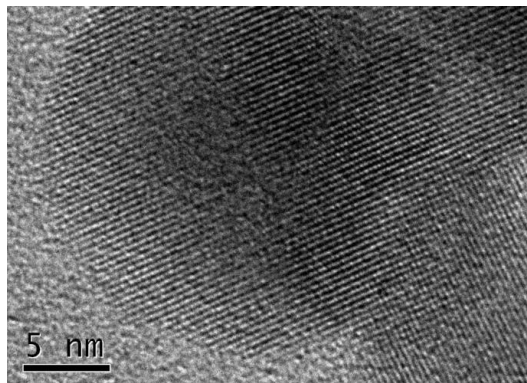


Figura 1. Imagem em MET de alta resolução

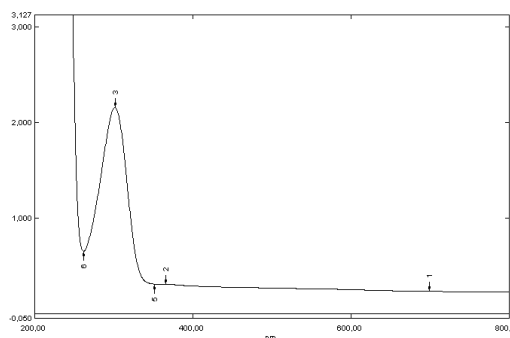


Figura 4. Espectro UV-Vis

Conclusão

Conclusão: Foram obtidas nanopartículas de ZnO com estrutura da wurtzita a partir de uma rota sol-gel rápida e simples, utilizando-se cloreto e nitrato de zinco como precursores. Os resultados do cálculo de tamanho de cristalito pelo método FWHM a partir dos espectros de DRX mostraram que para o plano (101) o tamanho do cristalito é função do tipo de precursor ($ZnCl_2$ ou $Zn(NO_3)_2$) e da temperatura de síntese (50 a $90^\circ C$). O menor tamanho de cristalito é obtido usando-se cloreto como precursor na maior temperatura de síntese, $90^\circ C$.

Fonte Financiadora

Fonte financiadora: PIBIC/CNPq/UNESC

Referências Bibliográficas

VAEZI, M.R.; SADRNEZHAAD, S.K. Mater. Des., v.28, p.515-519, 2007.

5.12 ESTUDO PARA O REAPROVEITAMENTO DO RESÍDUO (CAREPA) GERADO NAS OPERAÇÕES DE OXICORTE E AQUECIMENTO DA MATÉRIA-PRIMA UTILIZADA NA INDÚSTRIA METALÚRGICA

Meller, G.J¹, Arnt, A.B.C¹

¹ Laboratório de Fenômeno de Superfície e Tratamento Térmicos (LAFEN/UNESC)

Palavras chaves: carepa, cerâmica vermelha, temperatura

Introdução

Cresce cada vez mais a necessidade de fomentar pesquisas com o intuito de atender questões técnicas que busquem soluções na conciliação quanto à disposição, tratamentos, tipos e processos de utilização de resíduos. Um desses resíduos é a carepa que se forma sobre a superfície de chapas metálicas quando aquecidas. Uma das alternativas de utilização deste resíduo seria no setor cerâmico na forma de pigmento.^[1,2] O elemento ferro presente nestes óxidos age como elemento de absorção de cor, conferindo ao material cerâmico coloração.^[3,4] A inserção deste tipo de material, em condições adequadas, poderia se dar no segmento de cerâmica vermelha, que envolve a fabricação de tijolos, blocos, telhas, elementos vazados, lajes, tubos cerâmicos e argilas.

Metodologia

A carepa de laminação utilizada foi proveniente de um processo de laminação de chapas de aço carbono (Metalúrgica Spillere Ltda.). A massa cerâmica de queima branca utilizada apresentou a composição química indicada na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química semi-quantitativa da massa cerâmica

Composição	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	TiO ₂	P.F.
%	72,0	15,1	2,3	0,1	0,4	0,4	0,1	1,3	8,78

Foram preparadas formulações com adição de carepa (5%) e sem adição. Após homogeneizadas por 24 horas, foram peneiradas (18 mesh) e prensadas (300 Mpa) na forma de pastilhas (120mmx20mm). Depois da secagem das peças em estufa por 24 horas (100° C), estas foram queimadas em forno elétrico (marca Jung, modelo 0913), em temperaturas de queima de 950°C, 1000°C e 1200°C com taxa de aquecimento igual a 3°C/min. As amostras foram então caracterizadas quanto à perda ao fogo, retração linear de queima, absorção de água (ABNT NBR 15310:2005), ensaio de flexão em três pontos e tonalidade, via colorimetria (ABNT 15310:2005).

Resultados e Discussão

No ensaio de perda ao fogo, a formulação sem carepa, apresentou elevada perda ao fogo na mais

baixa temperatura de queima (950°C), redução da perda ao fogo a 1000°C, e um aumento da perda ao fogo em 1200°C, o que pode ser explicado pela transformação da hematita contida na matéria-prima in natura da composição da massa cerâmica padrão para magnetita. A formulação com 5% de adição de carepa à massa padrão de referência reduziu a resistência mecânica à compressão das amostras a 1000°C e a 1200°C. Porém, mesmo com a manutenção da resistência mecânica das amostras queimadas a 1000 e 1200°C em 5MPa, este valor atende à norma brasileira para resistência à compressão de blocos cerâmicos estruturais. No ensaio de colorimetria, observou-se que a refletância das amostras queimadas em 950°C são significativas. Todas as amostras (950°C, 1000°C e 1200°C) ficaram mais escuras, menos vermelhas, e menos amarelas que aquelas sem carepa. Ou seja, a adição de carepa modificou acentuadamente a cor das amostras.

Conclusão

Com a adição de 5% de carepa, a uma massa cerâmica padrão, frente a temperaturas de 950°C a 1200°C conduz a uma tonalidade vermelha mais escura. Embora a adição de 5% de carepa tenha resultado em uma redução nas propriedades mecânicas, quando comparadas às propriedades das amostras sem adição, sua resistência ainda encontra-se acima do mínimo permitido para aplicações estruturais.

Fonte Financiadora

Governo do Estado de Santa Catarina

Referências Bibliográficas

- [1] CUNHA ET all. *Caracterização, beneficiamento e reciclagem de carepas geradas em processos siderúrgicos*. Metalurgia & Materiais. Março, 2006. p.111-116.
- [2] LEGODI, M.A.; WAAL, D. de. *The preparation of magnetite, goethite, hematite and maghemite of pigment quality from mill scale iron waste*. Dyes and Pigments 74 (2007) 161e16. Department of Chemistry, University of Pretoria, 0002 Pretoria, South Africa
- [3] VIEIRA, C.M.F.; SOARES, T.M.; SÁNCHEZ, R.; MONTEIRO, S.N. *Incorporation of granite waste in red ceramics*. Materials science and Engineering A373, 2004.p.115-121.

5.13 DESENVOLVIMENTO DE PROPRIEDADES HIDRÁULICAS DA LAMA VERMELHA DO PROCESSO BAYER.

Madeira, A.C.¹, De Noni Jr, A.*²

¹ Laboratório de Cerâmica (IDT/UNESC)

² Programa de Pós-Graduação em Ciência e Engenharia de Materiais (PPGCEM/UNESC)

Palavras chaves: lama vermelha, processo bayer, atividade pozolânica, argamassa.

Introdução

Em busca de um desenvolvimento sustentável na produção mundial de alumínio, se faz necessário o estudo de seu principal resíduo, a lama vermelha. O processo Bayer é a principal rota para produção de alumina (matéria-prima do alumínio), no entanto, esse sistema de produção gera grandes quantidades de efluente, que são simplesmente dispostos em lagoas ao ar livre, acarretando sérios problemas ambientais. Este trabalho visa agregar valor para a lama vermelha, buscando o desenvolvimento de propriedades pozolânicas.

Metodologia

A primeira etapa do estudo foi realizada moagem e peneiramento da lama, esse material recebeu tratamento térmico nas temperaturas de 100, 200, 400, 600, 800 e 1000°C por duas horas. A etapa de caracterização compreendeu ensaios de difração de raios X (DRX), determinação de massa específica, análise de área de superfície específica (BET), e por fim, índice de atividade pozolânica, por meio de ensaios de resistência mecânica compressão de argamassas onde verificou-se a interação com cal hidratada (NBR 5751), e com cimento portland (NBR 5752).

Resultados e Discussão

As principais fases mineralógicas encontradas foram, hematita (Fe_2O_3), gibbsita ($\text{Al}(\text{OH})_3$) decomposta a partir de 400°C, sodalita ($\text{Na}_4\text{Al}_3\text{Si}_3\text{O}_{12}\text{Cl}$) decomposta a partir de 800°C, e nefelina (NaAlSiO_4) formada entre 800 e 1000°C. A massa específica média da lama vermelha, com as diferentes condições de temperatura, foi de 2,75 $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$, e a área de superfície específica apresentaram valores entre 22 e 32 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$, sem relação aparente com a temperatura entre 100 e 800°C, mas com valor 16 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ para calcinação a 1000°C e 35 $\text{m}^2\cdot\text{g}^{-1}$ para o cimento Portland. O ensaio de atividade pozolânica com consumo de hidróxido de cálcio, não apresentou interação esperada, uma vez que foi identificada grande quantidade de calca na cal empregada. A tensão

de ruptura mínima de 6 MPa não foi atingida, chegando a no máximo 3 MPa. Na determinação do índice de atividade pozolânica com cimento Portland, a medida de resistência mecânica para a pozolana de referência foi de 80% do valor do cimento que foi de 31 MPa. A medida que a temperatura de calcinação aumentou foi observado um aumento no índice de atividade pozolânica. Porém, somente nos tratamentos com 800 e 1000°C o material apresentou características de pozolana, superando o índice requerido de 75%.

Conclusão

O tratamento térmico da lama foi capaz de proporcionar ganho na interação no meio reacional da argamassa, com conseqüente aumento da resistência final, aferindo a necessidade desse processo para que o material seja considerado pozolana. O índice de atividade pozolânica com cimento portland, apresentou resultados satisfatórios, sendo uma boa alternativa para o problema em questão.

Fonte Financiadora

Fonte financiadora: PIBIC/UNESC.

Referências Bibliográficas

YANG, J. XIAO, B . Development of unsintered construction material from red mud wastes produced in the sintering alumina process. *Construction and Building Materials*, 22, 2299-2307 (2008).

SNARS, K. GILKES, R.J. Evaluation of bauxites residues (red muds) of different origins for environmental applications. *Applied Clay Science*, 46, 13- 20 (2009).

SINGH, M. UPADHAYAY, S.N. Preparation of specil cements from red mud . *Waste Management*, 16, 665-670 (1996).

SILVA FILHO, E.B. ALVES, M.C.M. DA MOTA, M. Lama vermelha da indústria de beneficiamento de alumina: produção, características, disposição e aplicações alternativas. *Revista Matéria*, 12, 322-338 (2007)