

INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE QUEIMA SOBRE AS PROPRIEADES TECNOLÓGICAS DE CORPOS CERÂMICOS CONTENDO RESÍDUO DE ETAs¹

Victor Gomes Sampaio²
Elza Maria Senra de Oliveira³
José Nilson França de Holanda⁴

Resumo

As estações de tratamento de águas (ETAs) geram enormes quantidades de resíduos, que são considerados como resíduos poluentes. Neste trabalho foi estudado a incorporação de resíduo de ETAs proveniente do estado do Rio de Janeiro em cerâmica vermelha. Corpos cerâmicos retangulares contendo até 15,5 em peso de resíduo de ETAs foram preparados por prensagem uniaxial em 24 MPa e sinterizados em ar entre 850 °C e 1050 °C. As seguintes propriedades tecnológicas foram determinadas: retração linear, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e tensão de ruptura a flexão. A microestrutura foi acompanhada por microscopia eletrônica de varredura. Os resultados mostraram que as propriedades tecnológicas dos corpos cerâmicos contendo resíduo de ETAs é dependente da temperatura de queima.

Palavras-chave: Resíduo de ETAs; Temperatura de queima; Cerâmica vermelha.

INFLUENCE OF THE FIRING TEMPERATURE ON THE TECHNOLOGICAL PROPERTIES OF CERAMICS BODIES CONTAINING WORKWATER WASTE

Abstract

The waterworks generate huge amounts of waste (sludge), which are considered as being pollutant waste. In this work it was studied the incorporation of waterworks waste from Rio de Janeiro state at red ceramic. Rectangular ceramic bodies containing up to 15 wt.% waste were prepared by uniaxial pressing at 24 MPa, and sintered between 850°C and 1050°C. The following technological properties were determined: linear shrinkage, water absorption, apparent porosity, apparent density and flexural strength. The results revealed that the technological properties of the ceramics bodies containing workwater waste is depend of the firing temperature.

Key words: Waterworks waste; Firing temperature; Red ceramics; Properties.

¹ Contribuição técnica apresentada no 61º Congresso Anual da ABM, de 24 a 27 de julho de 2006, Rio de Janeiro – RJ

² Aluno do 8º Período do Curso de Graduação em Engenharia Metalúrgica e de Materiais da UENF.

³ Dra. em Engenharia e ciência dos Materiais, Profa. CEFET/Campos.

⁴ Dr. em Engenharia dos Materiais, Professor Associado da UENF.

INTRODUÇÃO

As estações de tratamento de águas (ETAs) são grandes geradoras de resíduos na forma de lama. No Brasil a disposição deste resíduo tem sido muito problemática. Em geral, este tipo de resíduo é depositado nos recursos hídricos mais próximos. Este tipo de resíduo oriundo dos processos de tratamentos físico e químico de água bruta é considerado como sendo não inerte (Classe II). Portanto, a sua disposição nos recursos hídricos não somente pode gerar impactos ambientais negativos como também provocar assoreamento. Assim, nos últimos anos devido a forte pressão dos órgãos de controle ambiental há necessidade de buscar alternativas tecnologicamente viáveis para a reciclagem deste resíduo de forma que seja preservado o meio ambiente e de forma econômica.

O campo da cerâmica vermelha vem sendo uma alternativa promissora para a reciclagem de resíduos poluentes [1,2]. Isto decorre do fato dos resíduos serem usados como matéria-prima alternativa na formulação de massas cerâmicas heterogêneas para a indústria cerâmica.

No presente trabalho foi feito um estudo sobre o efeito da temperatura de queima sobre as propriedades tecnológicas de corpos cerâmicos incorporados com resíduo de ETAs, visando o seu emprego em cerâmica vermelha.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foram preparadas duas massas cerâmicas argilosas contendo até 15% em peso de resíduo de estação de tratamento de águas. As amostras estudadas foram denominadas de M1 e M2, conforme mostrado na Tabela 1. A massa cerâmica padrão (sem adição de resíduo) é uma massa argilosa normalmente usado na fabricação de produtos de cerâmica vermelha da região de Campos dos Goytacazes-RJ. As características físico-químicas e mineralógicas das matérias-primas são dadas na referencia [3].

Tabela 1. Formulação das massas cerâmicas (% em peso).

Formulação	Argila	Resíduo de ETAs
M1	100	0
M2	85	15

As amostras de argila e resíduo de ETAs foram destorroados e em seguida peneiradas para uma fração granulométrica menor que 60 mesh. Após secagem à 110°C em estufa por 24 h, foram incorporados à argila as porcentagens de 0 e 15% em peso de resíduo seco de ETAs. O processo de mistura e homogeneização foi feito utilizando um misturador cilíndrico de laboratório. A umidificação das massas cerâmicas que correspondem à cerca de 7% de umidade, foi realizada colocando-se as massas em sacos plásticos e em um dessecador por um período de 24 h.

A compactação dos corpos cerâmicos foi feita por prensagem uniaxial, numa prensa hidráulica, marca Schwing Siwa, modelo PHMA capacidade de 30 toneladas. Foi utilizada uma matriz de aço com cavidade retangular (11,5 x 2,54 cm²). A pressão de compactação empregada foi de 24 MPa. Após compactação, foram medidas as dimensões dos corpos cerâmicos com auxílio de um paquímetro digital. Em seguida, os

corpos cerâmicos foram secos à 110°C por 24 h e novamente as dimensões foram medidas.

A etapa de queima dos corpos cerâmicos foi realizada num forno elétrico tipo mufla para as temperaturas de patamar finais de 850°C, 950°C e 1050°C. Foi empregado um ciclo de queima lento, cuja duração foi de 24 h. As taxas de aquecimento e resfriamento foram controladas.

As seguintes propriedades tecnológicas foram determinadas: retração linear, absorção de água, porosidade aparente, massa específica aparente e tensão de ruptura à flexão. A microestrutura sinterizada foi avaliada por microscopia eletrônica de varredura.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 mostra o efeito da temperatura de sinterização sobre a retração linear dos corpos cerâmicos. Pode-se observar que a retração linear aumenta com o aumento da temperatura de queima, como resultado do aumento do grau de sinterização das massas cerâmicas. Este comportamento foi observado para ambas formulações estudadas, independente do conteúdo de resíduo adicionado. Verifica-se, ainda, que a retração linear comporta-se diferentemente acima e abaixo da temperatura de 950°C. Isto está relacionado à predominância de distintos mecanismos de sinterização nestas regiões de temperatura. Na região de temperatura até 950°C foram observados baixos valores de retração linear (1,47 – 2,55 %). Já para temperaturas acima de 950°C foram obtidos valores de retração linear na faixa de 6,03 – 7,44%. Verifica-se, ainda, que a incorporação do resíduo de ETAs provocou somente uma pequena alteração nos valores de retração linear, para todas as temperaturas de sinterização.

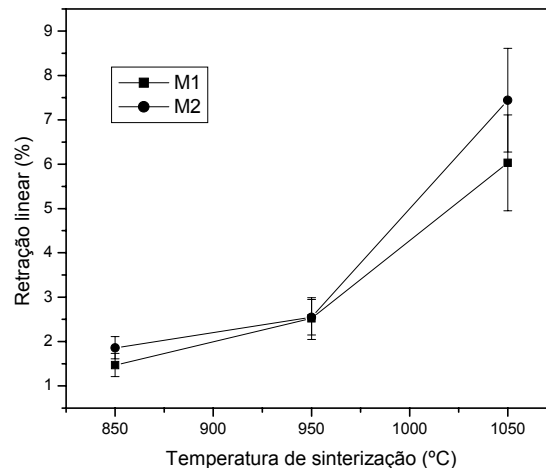


Figura 1. Retração linear dos corpos cerâmicos.

A Figura 2 mostra a absorção de água como uma função da temperatura de queima. Verifica-se que a absorção de água praticamente não se altera até 950°C. Já na temperatura de 1050°C foi observada uma forte redução na absorção de água para

todas formulações estudadas, como resultado do aumento da sinterização das massas cerâmicas argilosas. Isto está relacionado ao fenômeno de vitrificação que nesta temperatura já esta em curso. A porosidade aparente, mostrada na Figura 3, seguiu aproximadamente o mesmo comportamento da absorção de água. De acordo com os valores de absorção de água obtidos, os corpos cerâmicos terão potencial para serem empregados para fabricação de tijolos e blocos cerâmicos.

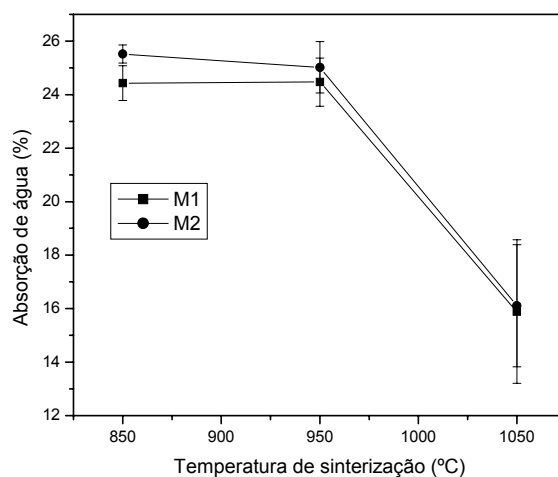


Figura 2. Absorção de água dos corpos cerâmicos.

A massa específica aparente como função da temperatura de queima para todas formulações é mostrada na Figura 4. Como esperado, a massa específica aparente aumenta com o aumento da temperatura decorrente da vitrificação dos corpos cerâmicos, principalmente acima de 950°C.

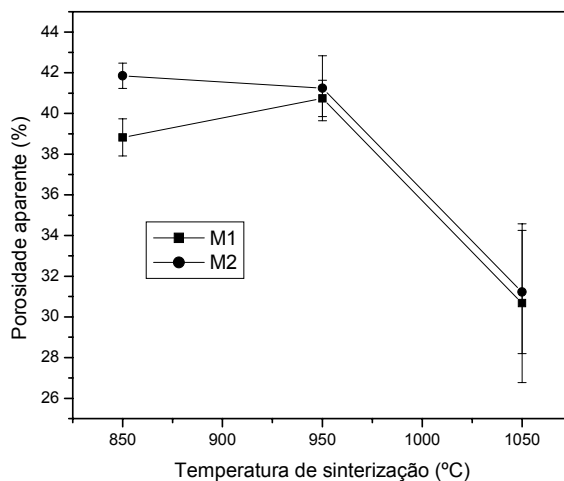


Figura 3. Porosidade aparente dos corpos cerâmicos.

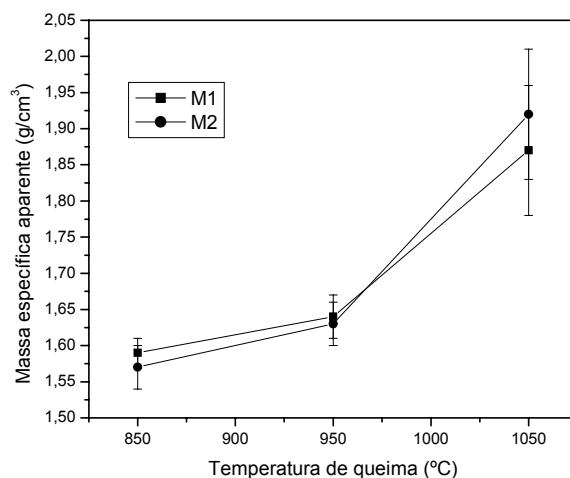


Figura 4. Massa específica aparente dos corpos cerâmicos.

A tensão de ruptura à flexão como uma função da temperatura de queima para todas as formulações é mostrada na Figura 5. Pode-se observar que a resistência mecânica dos corpos cerâmicos aumenta com o aumento da temperatura de queima, como resultado da redução de porosidade no interior do corpo cerâmico, conforme observado anteriormente. Verifica-se, também, que o comportamento mecânico é bem correlacionado com as demais propriedades físicas. Os resultados mostram, ainda, que o resíduo de ETAs estudado, quando incorporado até 15% em peso, não provoca modificações significativas nas propriedades tecnológicas da massa argilosa padrão (amostra M1 - argila pura).

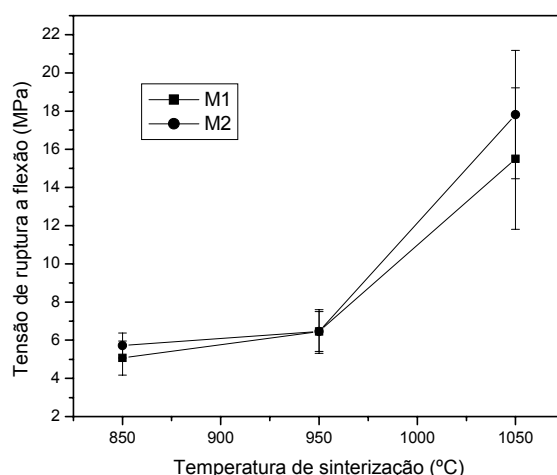


Figura 5. Tensão de ruptura dos corpos cerâmicos.

A Figura 6 mostra a microestrutura sinterizada em 850°C da superfície de fratura da amostra M2 (15% em peso de resíduo de ETAs). Nota-se que a superfície de fratura é notadamente porosa. Ao contrário, em 1050°C (Figura 7) a superfície de fratura

apresenta uma textura mais suave e claramente menos porosa, como resultado da vitrificação do corpo cerâmico. Portanto, a microestrutura sinterizada corrobora os resultados das propriedades tecnológicas dos corpos cerâmicos contendo resíduo de ETAs.

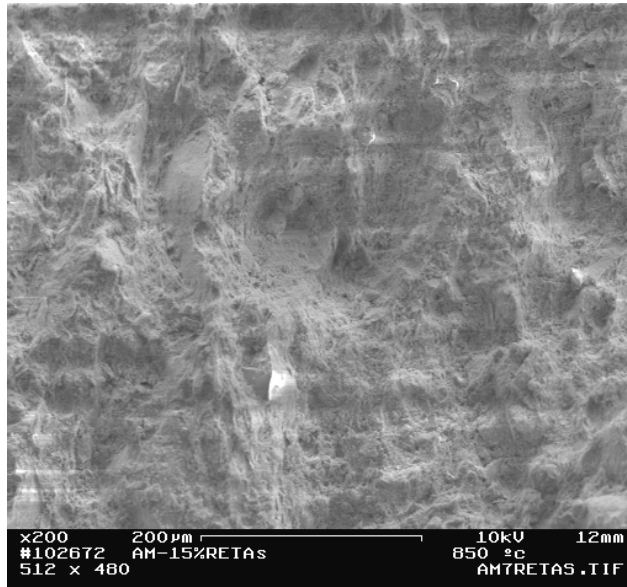


Figura 6. Microestrutura da amostra M2 sinterizada em 850 °C.

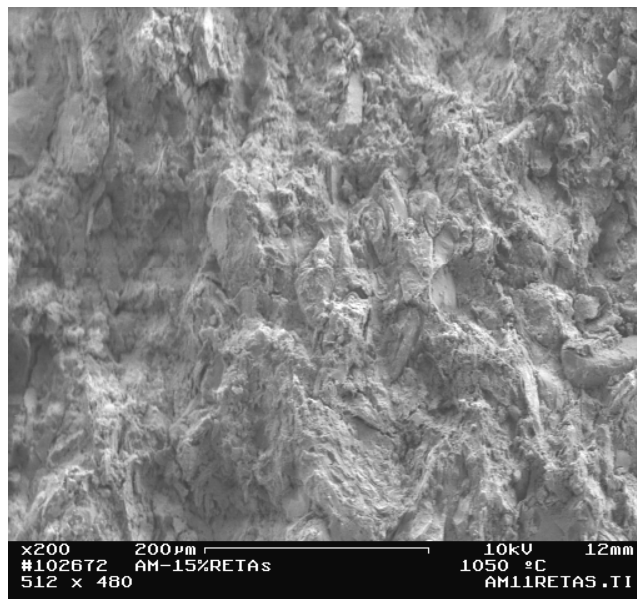


Figura 7. Microestrutura da amostra M2 sinterizada em 1050 °C.

CONCLUSÕES

Os resultados experimentais mostraram claramente a influência da temperatura de sinterização sobre as propriedades tecnológicas. O efeito da temperatura foi o de aumentar o grau de sinterização das massas cerâmicas com e sem resíduo, principalmente acima de 950 °C.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pelo suporte financeiro e a empresa Águas do Paraíba pelo fornecimento do resíduo.

REFERÊNCIAS

- 1 MENEZES, R.R.; NEVES, G.A; FERREIRA, H.C. O estado da arte sobre o uso de resíduos como matérias-primas cerâmicas alternativas, *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 6, n. 2, p. 303-313, 2002.
- 2 GIFFONI, P.O.; LANGE, L.C. Utilização de borra de fosfato como matéria-prima alternativa para a fabricação de tijolos. *Revista Brasileira de Engenharia sanitária e Ambiental*, v. 10, n. 2, p.128-136, 2005.
- 3 OLIVEIRA, E.M.S. Tese de Doutorado, UENF-PPGECM, campos dos Goytaczes-RJ, 2004.