

INFLUÊNCIA DO CICLO DE QUEIMA NAS PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DE CERÂMICA VERMELHA

G.T.Saleiro; J.N.F. de Holanda
UENF-CCT/LAMAV, Grupo de Materiais Cerâmicos, Av. Alberto Lamego 2000,
28013-602 Campos dos Goytacazes–RJ. gisele-teixeira@oi.com.br

RESUMO

O uso de ciclo de queima rápida na fabricação de produtos cerâmicos tradicionais tem ganhado destaque nos últimos anos. A tecnologia de queima rápida propicia maior produtividade e minimiza o impacto ambiental. No entanto, a tecnologia de queima rápida em cerâmica vermelha tem recebido pouca atenção no Brasil a despeito de sua importância tecnológica e econômica. Neste trabalho foi feito um estudo sobre o efeito do ciclo de queima nas propriedades tecnológicas de cerâmica vermelha, tais como: retração linear, absorção de água, massa específica aparente e resistência mecânica. As peças de cerâmica vermelha foram preparadas por extrusão e submetidas a ciclos de queima lento tradicional e ciclo de queima rápida. Os resultados mostraram que as propriedades tecnológicas são pouco influenciadas para as condições estudadas.

Palavras-chave: queima, ciclo de queima, propriedades.

INTRODUÇÃO

No processo de fabricação de cerâmica vermelha são geralmente usados ciclos de queima lentos, que podem chegar até 60h (frio a frio), dependendo do produto fabricado (Dondi, 2003). Ressalta-se que é na etapa de queima que ocorre a sinterização do material, transformando a massa argilosa conformada em um produto cerâmico. Este processo é irreversível. Estes ciclos requerem uma enorme demanda energética na etapa de queima. No Brasil uma quantidade significativa das empresas utiliza lenha como insumo energético. Isto contribui

para um processo de queima ineficiente associado a alto consumo energético e, também, para o atraso tecnológico no setor.

A tecnologia de queima rápida em cerâmica vermelha vem sendo usada com sucesso na Europa (Renzo, 1993). Esta tecnologia torna o processo de queima mais eficiente do ponto de vista energético, propicia maior produtividade e causa menos impacto ambiental. No entanto, o processo de queima rápida é um processo não usual no setor de cerâmica vermelha brasileiro. Isto requer uma atenção especial da área acadêmica, no sentido de estudar possibilidades de adaptação das massas cerâmicas argilosas nacionais a condições de queima rápida.

Este trabalho tem como objetivo principal avaliar a influência de diferentes ciclos de queima nas propriedades físico-mecânicas de peças de cerâmica vermelha.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizado uma massa argilosa industrial coletada na Cerâmica São José, localizada na cidade de Campos dos Goytacazes-RJ. A massa cerâmica é composta de uma mistura de 70% de uma argila plástica e 30% de uma argila menos plástica. A mistura passou por processos industriais de sazonalidade e laminação. A massa argilosa é constituída mineralogicamente principalmente por caulinita, gibsita e quartzo, com predominância de caulinita⁽³⁾.

A massa argilosa foi coletada em forma de placas retangulares conformadas por extrusão. Em seguida as placas foram fatiadas para obtenção das peças cerâmicas (amostras de trabalho), cujas dimensões são aproximadamente 90 mm de comprimento, 35 mm de largura e 15 mm de espessura. As peças cerâmicas conformadas foram submetidas à secagem em estufa a 110 °C por um período de 24 h.

As peças cerâmicas secas foram submetidas a processo de queima na temperatura de patamar de 900 °C e, mantidas nesta temperatura por um período de 60 min. No entanto, foram usadas quatro taxas de aquecimento distintas

durante o processo de queima: 1 °C/min, 5 °C/min, 10 °C/min e 20 °C/min. A taxa de queima de 1 °C/min corresponde aproximadamente ao ciclo de queima lento normalmente usado na indústria de cerâmica vermelha. Dessa forma, esta taxa será usada neste trabalho como uma taxa de queima de referência.

As seguintes propriedades físico-mecânicas foram determinadas: retração linear, absorção de água, massa específica aparente, porosidade aparente e tensão de ruptura a flexão. Os ensaios experimentais seguiram a padronização das normas, cujas propriedades foram determinadas de acordo:

Retração Linear de Queima – RL (%)

$$RL (\%) = \frac{l_o - l_f}{l_o} \times 100 \quad (1)$$

onde l_o é o comprimento inicial (mm) e l_f é o comprimento final da peça cerâmica.

Absorção de Água – AA (%)

$$AA (\%) = \frac{(m_u - m_s)}{m_s} \times 100 \quad (2)$$

onde m_u é a massa saturada e m_s a massa seca da peça cerâmica.

Massa Específica Aparente - MEA (g/cm³)

$$MEA (g/cm^3) = \frac{m_s}{(m_u - m_i)} \quad (3)$$

onde m_u é a massa saturada, m_i a massa do corpo imerso em água e m_s a massa seca da peça cerâmica

Porosidade Aparente – PA (%)

$$PA = \frac{M_u - M_s}{M_u - M_i} \times 100 \quad (4)$$

Onde m_u é a massa saturada, m_i a massa do corpo imerso em água e m_s a massa seca da peça cerâmica.

Tensão de Ruptura a Flexão – TRF (MPa):

$$\sigma_s = \frac{3PL}{2bd^2} \quad (5)$$

onde P é a carga aplicada em (N), L é a distância entre os cutelos (mm), b é a largura do corpo de prova e d é a espessura do corpo de prova cerâmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1-5 apresentam as propriedades tecnológicas das peças cerâmicas queimadas a 900 °C sob diferentes taxas de aquecimento. Para efeito comparativo, a taxa de aquecimento de 1 °C/min corresponde à taxa de aquecimento de referência. Isto é importante devido à indústria de cerâmica vermelha Brasileira tradicionalmente queima seus produtos cerâmicos através de ciclos de queima lento.

Na Figura 1 é apresentada a retração linear de queima das peças cerâmicas. Nela observa-se que a retração linear das peças para todas as taxas de aquecimento é relativamente baixa. Os valores estão compreendidos entre 1,24 – 199 %. Inicialmente é observado um pequeno aumento da retração quando a taxa de aquecimento aumentou até 5 °C/min. A partir de então, o aumento da taxa de aquecimento tende a diminuir cada vez mais a retração linear das peças de cerâmica vermelha. Isto é importante devido à retração linear estar fundamentalmente relacionada com o grau de sinterização da peça cerâmica.

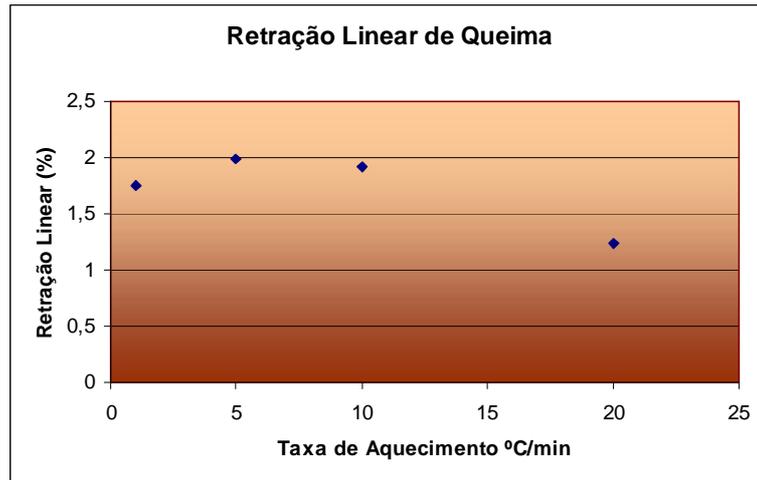


Figura 1 - Retração Linear das peças cerâmicas queimadas a 900°C com diferentes taxas de aquecimento.

A Figura 2 apresenta a absorção de água (porosidade aberta) das peças de cerâmica vermelha. Pode-se observar que o efeito do aumento da taxa de aquecimento foi o de provocar um leve aumento nos valores de absorção de água. A rigor o comportamento da absorção de água é muito similar ao observado para retração linear. Verifica-se também que a porosidade aparente (Fig. 3) apresenta comportamento similar ao da absorção de água.

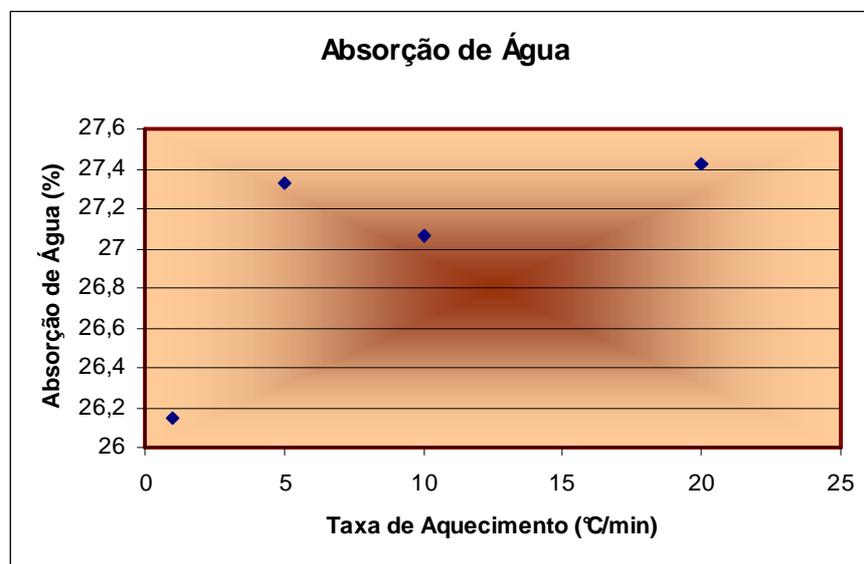


Figura 2 - Absorção de água das peças cerâmicas queimadas a 900°C com diferentes taxas de aquecimento.

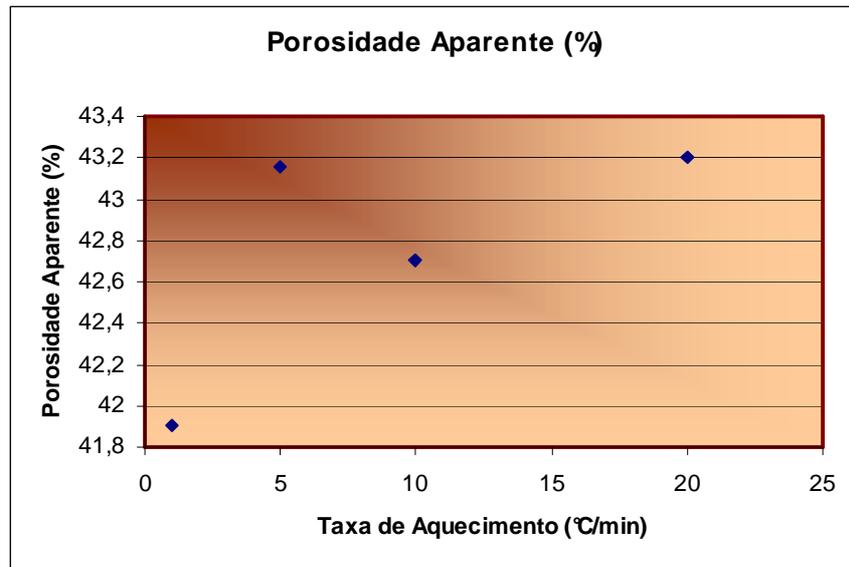


Figura 3 - Porosidade Aparente das peças cerâmicas queimadas a 900°C com diferentes taxas de aquecimento.

A Figura 4 apresenta o comportamento da massa específica aparente das peças cerâmicas em função da taxa de aquecimento. Verifica-se uma leve tendência de diminuição da massa específica aparente com o aumento da taxa de aquecimento.

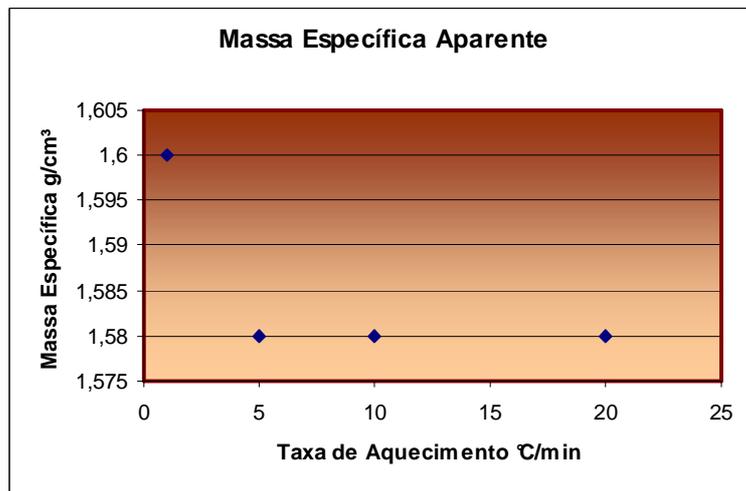


Figura 4 - Massa Específica Aparente das peças cerâmicas queimadas a 900°C com diferentes taxas de aquecimento.

A Figura 5 apresenta os valores de tensão de ruptura à flexão em função da taxa de aquecimento das peças de cerâmica vermelha. Os resultados mostram que o efeito do aumento da taxa de aquecimento foi o de diminuir a resistência mecânica das peças de cerâmica vermelha. Isto está em acordo com as demais propriedades físicas estudadas. A diminuição da tensão de ruptura a flexão se deve a maior quantidade de porosidade aberta e, conseqüentemente, menor densificação das peças cerâmicas.

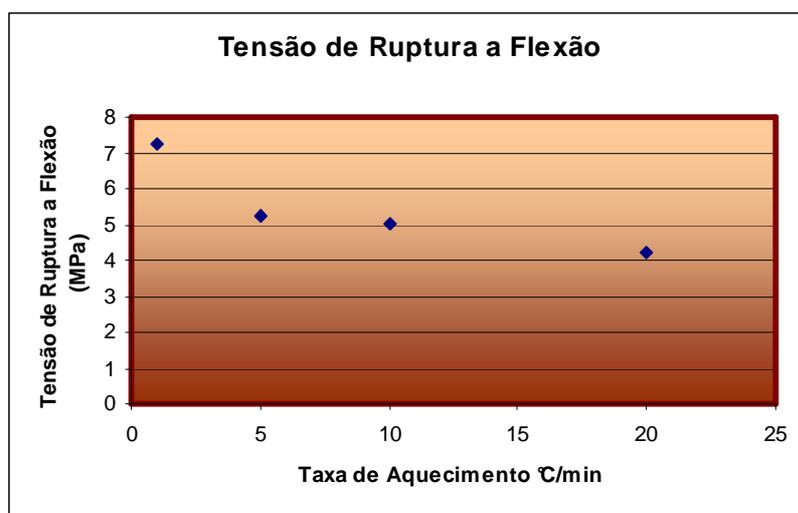


Figura 5 - Tensão de Ruptura a Flexão das peças cerâmicas queimadas a 900°C com diferentes taxas de aquecimento.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste trabalho indicam claramente que ocorre uma leve tendência de diminuição das propriedades tecnológicas das peças de cerâmica vermelha com o aumento do ciclo de queima, ou seja, taxas de aquecimento mais altas.

AGRADECIMENTOS

Os autores deste trabalho agradecem ao CNPq e CAPES pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

DONDI, M., Technological characterization of Clay materials: experimental methods and data interpretation. *International Ceramic Journal*, (10/2003) 55-59

RENZO,R. (1993) *Fast Firing Technology in the brick and tile industry, economic considerations*. Ziegelindustrie International, 2, 46, 123.

SOUZA,G.P; SANCHEZ,R.;HOLANDA,J.N.F. (2003) Thermal and Structural Characterization of Brazilian South-Eastern Kaolinitic Clays. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, V. 73 , 293-305

INFLUENCE OF CYCLE OF IT FIRING ON PHYSICO-MECHANICAL PROPERTIES OF CERAMIC RED

The use of rapid cycle of burning in the manufacture of traditional ceramic products has gained prominence in recent years. The technology provides more rapid burning of productivity and minimize environmental impact. However, the technology of burning rapidly in red ceramic has received little attention in Brazil in spite of its technological and economic importance. This work was done a study on the effect of firing cycle on the properties of red ceramic technology, such as linear shrinkage, water absorption, apparent density and mechanical strength. The pieces of red ceramics were prepared by extrusion and subjected to cycles of slow burning traditional (1 and 5) °C / min and fast-firing cycle (1 and 20) °C / min. The results showed that the technological properties are influenced by the type of firing employees.