

INCORPORAÇÃO DE COQUE DE PETRÓLEO EM CERÂMICA VERMELHA¹

Lussandra Arêdes de Freitas²
Carlos Maurício Fontes Vieira³
Sérgio Neves Monteiro⁴

Resumo

Este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da incorporação do coque de petróleo nas propriedades físicas e mecânicas de cerâmica vermelha. As composições foram preparadas com 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% e 3% em peso de coque de petróleo incorporado numa massa argilosa caulinitica. Corpos-de-prova retangulares foram obtidos por extrusão para queima a 850 °C, 950 °C e 1050 °C. As propriedades físicas e mecânicas determinadas foram: tensão de ruptura à flexão, retração linear e absorção de água. Os resultados mostraram que o resíduo de coque de petróleo prejudica a absorção de água e a resistência mecânica da cerâmica em quantidades maiores que 1,5% em peso.

Palavras-chave: Coque de petróleo; Cerâmica vermelha; Propriedades físicas.

INCORPORATION OF PETROLEUM COKE INTO RED CERAMIC

Abstract

This work has as its objective to evaluate the effect of the incorporation of petroleum coke from in the physical and mechanical properties of red ceramic. The compositions were prepared with 0%, 0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 3 wt.% of petroleum coke incorporated in a kaolinitic clayey body. Rectangular specimens were formed by extrusion to fire at 850 °C, 950 °C and 1050 °C. The determined physical and mechanical properties were: flexural rupture strength, linear shrinkage and water absorption. The results showed that the petroleum coke waste is deleterious to the water absorption and mechanical strength of the ceramic in amount higher than 1.5 wt.%.

Key words: Petroleum coke; Red ceramic; Physical Properties.

¹ *Contribuição técnica ao 64 ° Congresso Anual da ABM, 13 a 17 de julho de 2009, Belo Horizonte, MG, Brasil.*

² *Mestranda em Engenharia e Ciências dos Materiais. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Laboratório de Materiais Avançados, LAMAV. Luaredes-@hotmail.com*

³ *Professor associado. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Laboratório de Materiais Avançados, LAMAV. vieira@uenf.com*

⁴ *Professor titular Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, UENF, Laboratório de Materiais Avançados, LAMAV. sergio.neves@ig.com.br*

1 INTRODUÇÃO

Com a evolução dos processos industriais e o conseqüente surgimento de inúmeros produtos que rapidamente se tornaram de primeira necessidade, a atividade industrial adquiriu um caráter essencial na atualidade. Embora a sua importância seja indiscutível, a atividade industrial é responsável por gerar um número bastante elevado de resíduos, com diferenciadas formas e características. Diante deste fato, as indústrias se tornam uma grande fonte de geração de resíduos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos.⁽¹⁾

As indústrias mostram-se como vilãs na questão da poluição ambiental por dois fatores principais: o primeiro pelo acúmulo de matérias-primas e insumos, que envolve sérios riscos de contaminação por transporte e disposição inadequada; e o segundo pela ineficiência dos processos produtivos, o que necessariamente implica a geração de resíduos. Estes resíduos gerados no processo industrial se tornam um problema para as indústrias, fato que tem levado muitos órgãos municipais, associações, universidades e as próprias indústrias, a buscarem soluções viáveis para a questão dos resíduos, soluções estas que sejam criativas, práticas e operacionais, para tentar resolver ou minimizar tais problemas.^(2,3)

A indústria do petróleo é um segmento que a cada ano, devido à necessidade da população mundial, aumenta a produção dos seus produtos. Dentre estes está inserido o coque de petróleo, resíduo com alto teor de carbono, poucas cinzas e contendo metais pesados, sendo produzido na etapa de refino do petróleo, denominada craqueamento.⁽⁴⁾

A variabilidade natural das características das argilas e o emprego de técnicas de processamento relativamente simples para fabricação de cerâmicas vermelhas, tais como blocos de vedação e telhas, facilitam a incorporação de resíduos, melhorando a qualidade do produto final e além de contribuir para a redução do gasto energético, como é o caso do coque de petróleo, investigado neste trabalho. Por outro lado, materiais carbonosos, sejam resíduos ou não, tendem a aumentar a porosidade da cerâmica após queima.^(5,6) Neste caso, é necessário investigar o percentual recomendável de incorporação de forma que seja possível obter o efeito benéfico da economia energética sem prejudicar a performance técnica da cerâmica.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito da incorporação de até 3% em peso de coque de petróleo nas propriedades físicas e mecânicas de uma cerâmica argilosa.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Os materiais utilizados neste trabalho foram: massa argilosa e coque de petróleo. A massa argilosa é constituída da mistura de duas argilas caulínicas disponíveis no município de Campos dos Goytacazes-RJ, sendo utilizada na produção de telhas e blocos de vedação.

O coque de petróleo utilizado neste trabalho é um resíduo proveniente do petróleo (parte sólida), obtido como material de tratamento térmico de derivados pesados. Sua composição possui hidrocarbonetos sólidos e carbono, que varia de 84% a 97%. A Tabela 1 apresenta a composição química do coque de petróleo utilizado neste trabalho.

Tabela 1. Composição química do coque de petróleo

Característica	Resultado	Unidade
Enxofre Total	0,65	% massa
Carbono Fixo Calculado	87,15	% massa
Cinzas	0,07	% massa
Material Volátil	12,79	% massa
Alumínio Total	18,20	mg/kg
Cálcio Total	12,5	mg/kg
Ferro Total	33,00	mg/kg
Potássio Total	5,30	mg/kg
Magnésio Total	2,00	mg/kg
Sódio Total	85,00	mg/kg
Níquel Total	99,00	mg/kg
Fósforo Total	1,30	mg/kg
Silício	43,30	mg/kg
Titânio Total	0,30	mg/kg
Vanádio Total	59,00	mg/kg
Zinco Total	1,40	mg/kg
Poder Calorífico Superior	8731,00	cal/g
Poder Calorífico Inferior	8550,00	cal/g

As composições investigadas correspondem à incorporação de coque de petróleo à massa argilosa nas seguintes quantidades: 0%, 0,5%, 1%, 1,5%, 2% e 3%.

Corpos de prova retangulares foram conformados por extrusão nas dimensões de 110 x 25 x 11 mm e queimados em forno elétrico de laboratório nas temperaturas de 850°C, 950°C e 1050°C, com 180 min de patamar. A taxa de aquecimento e resfriamento utilizada foi de 2°C/min. Foram determinadas as seguintes propriedades: retração linear e absorção de água⁽⁷⁾ e tensão de ruptura à flexão.⁽⁸⁾

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 a 3 apresentam a retração linear, absorção de água e tensão de ruptura à flexão das composições investigadas em função da temperatura de queima, respectivamente.

A Figura 1 apresenta o comportamento da retração linear das cerâmicas em função da temperatura de queima. De um modo geral, verifica-se que a retração linear de queima aumenta à medida que se eleva a temperatura. Além disso, é possível observar também que a incorporação de coque de petróleo não altera a retração linear da massa cerâmica nas temperaturas de 850 e 950°C. Já a 1050°C nota-se uma tendência de redução da retração com o aumento na quantidade de coque de petróleo incorporada. Este efeito pode ser devido a uma eventual volatilização ou decomposição de alguma substância presente no coque que acarreta expansão da peça. Entretanto, para confirmar esta suspeita, é necessária a realização de ensaios de ATD/TG.

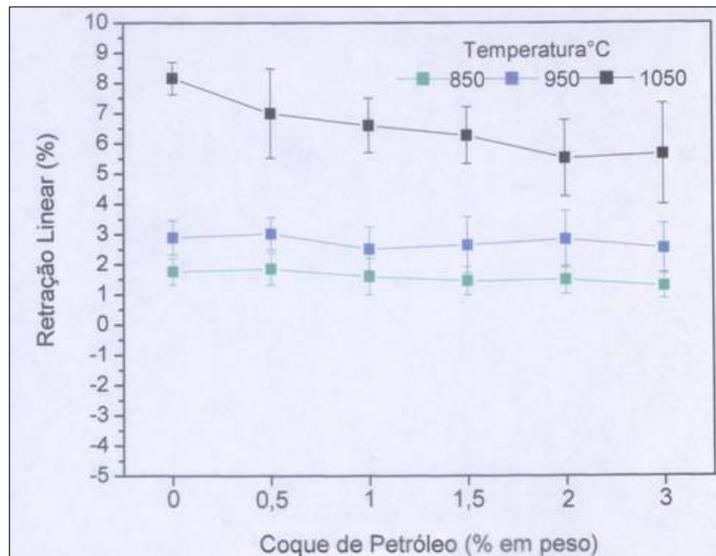


Figura 1. Retração linear das composições.

A Figura 2 apresenta o comportamento da absorção de água das cerâmicas em função da temperatura de queima. É possível observar que com o aumento da temperatura ocorre uma redução da absorção de água, sobretudo, à 1050°C. Já a incorporação de coque até 1,5% praticamente não altera a absorção de água da cerâmica. Já incorporações em maiores quantidades, tende a aumentar a absorção de água da cerâmica, sobretudo a 1.050°C. Este comportamento também pode ser atribuído à volatilização ou decomposição de alguma substância que ocorra em temperaturas superiores a 950°C e que influencia nas propriedades da cerâmica em quantidades superiores a 1,5% em peso.

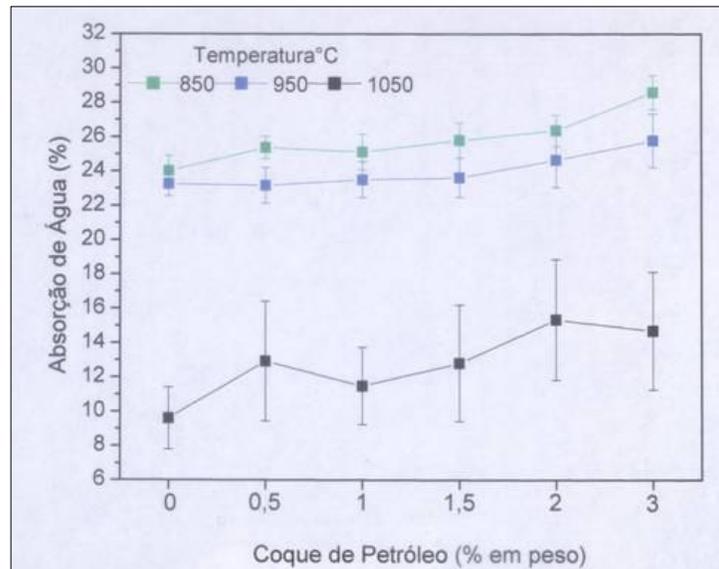


Figura 2. Absorção de água das composições.

A Figura 3 apresenta o comportamento da tensão de ruptura à flexão das cerâmicas em função da temperatura de queima. É possível observar que na

temperatura de 850°C até 1,5% de coque incorporado não ocorre variação significativa da tensão de ruptura à flexão da cerâmica argilosa. Já incorporações em maiores quantidades reduzem a resistência mecânica. Na temperatura de 950°C ocorre um incremento desta propriedade para todas as composições investigadas em comparação com a temperatura inferior. Nota-se ainda que até 2% de incorporação não há variação da tensão de ruptura à flexão da cerâmica. Entretanto, com 3% de coque ocorre uma brusca redução. Conforme observado pelo valor médio obtido. Este comportamento é devido à porosidade proveniente da combustão do coque. Na temperatura de 1.050°C, a incorporação do coque influenciou de forma mais marcante na redução da resistência mecânica da cerâmica, pois a partir de 0,5% de coque ocorre uma gradual queda desta propriedade.

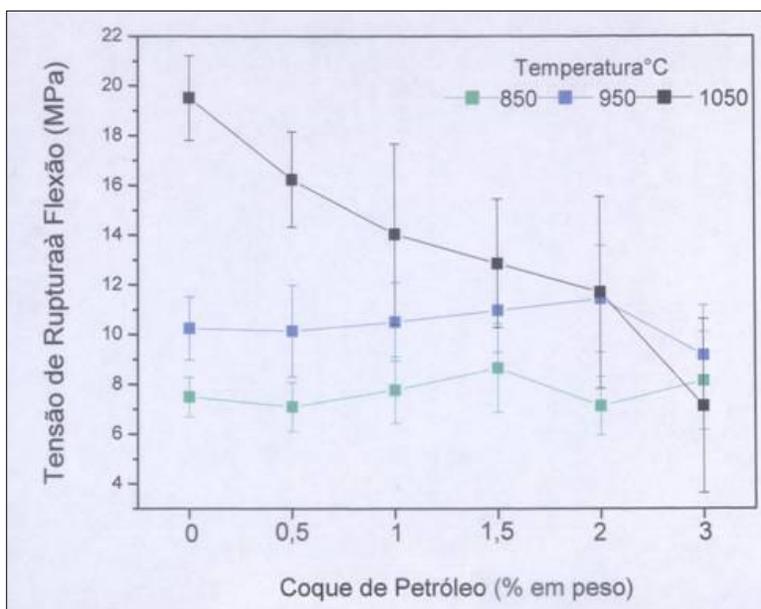


Figura 3. Tensão de ruptura à flexão das composições.

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho de investigação da influência da incorporação do resíduo coque de petróleo em até 3% em cerâmica vermelha, pode-se concluir que:

⇒ O coque altera as propriedades de absorção de água e tensão de ruptura à flexão da cerâmica vermelha, sobretudo, quando incorporado em quantidades acima de 1,5% em peso. A tendência é uma piora da absorção de água e da resistência mecânica da cerâmica, devido ao aumento da porosidade acarretada pela combustão do carbono e dos hidrocarbonetos presentes no coque. Na temperatura de 1050°C o efeito deletério do coque é bem pronunciado sobre a resistência mecânica da cerâmica. Desta forma, em vista do efeito benéfico do coque, a economia energética, deve ser aproveitada com incorporações em quantidades não superiores a 1,5% em peso nas temperaturas usuais de queima da cerâmica vermelha, ou seja, inferiores a 950°C.

Agradecimentos

Os autores agradecem a FAPERJ, processo n. E-26/103.023/2008, e ao CNPq, processo n. 306027/2008-9.

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 DONDI, M.; MARCIGLI, M.; FABRI, B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production – A Review. *Tile & Brick International*. v. 13, n°3, p. 218-225, 1997.
- 3 DONDI, M.; MARCIGLI, M.; FABRI, B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production – A Review (Part 2). *Tile & Brick International*, v. 13, n° 4, p. 302-308, 1997.
- 4 DYNAMIS MECÂNICA APLICADA. Disponível em: <<http://www.dynamismecanica.com.br>.
- 5 DONDI, M.; MARSIGLI, M.; FABBRI, B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production – A review. *Tile & Brick Int* , v. 13, n. 3, p. 218-225, 1997.
- 6 DONDI, M.; MARSIGLI, M.; FABBRI, B. Recycling of industrial and urban wastes in brick production – A review (part 2). *Tile & Brick Int.*, v. 13, n. 4, p. 302-309, 1997.
- 7 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Water Absorption, Bulk Density, Apparent Porosity, and Apparent Specific Gravity of Fired Whiteware Products, C 373-72, USA, 1972.
- 8 AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS – ASTM. Flexural Properties of Ceramic Whiteware Materials, C 674-77, USA, 1977.