

# EFEITO DA AREIA DE QUARTZO NO PROCESSAMENTO E NAS PROPRIEDADES DA CERÂMICA VERMELHA

L.F.T. Queiroz; C.M.F. Vieira; S.N. Monteiro.  
Av. Alberto Lamego 2000, 28013-602, Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil  
[ltqueiroz@gmail.com](mailto:ltqueiroz@gmail.com)  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF  
Laboratório de Materiais Avançados – LAMAV

## RESUMO

*Este trabalho teve por objetivo reformular uma típica massa de telhas produzida no município de Campos dos Goytacazes variando a quantidade de areia. As matérias-primas, massa argilosa e areia, foram inicialmente submetidas a ensaios de caracterização mineralógica, química e física. Foram preparados corpos de prova por extrusão para queima nas temperaturas de 800, 900 e 1000°C. As propriedades avaliadas foram: plasticidade, absorção de água, retração linear de queima e tensão de ruptura à flexão. Os resultados indicaram que as propriedades avaliadas melhoraram com a utilização de areia.*

**Palavras-chaves:** Areia; Cerâmica Vermelha; Telhas.

## INTRODUÇÃO

O município de Campos dos Goytacazes, localizado na região norte Fluminense do Estado do Rio de Janeiro, é um dos maiores produtores de cerâmica vermelha do país. Atualmente, estima-se que cerca de cem indústrias sindicalizadas, gerando cerca de R\$ 168 milhões por ano, com uma produção estimada de 75 milhões de peças por mês; estando sua localização concentrada em torno da estrada RJ – 216 e arredores <sup>(1)</sup>. A produção delas é voltada para a fabricação de blocos de vedação, que se constitui como um produto de baixo valor

agregado. Há ainda uma pequena produção de telhas prensadas na ordem de 1.000.000 peças/mês. Esta pequena fabricação de produtos de elevado valor agregado como telhas, blocos estruturais e pisos rústicos está diretamente relacionado com matéria-prima não adequada, falta de mão-de-obra qualificada e tecnologia não adequada <sup>(2)</sup>. As massas das indústrias de cerâmica vermelha do município de Campos dos Goytacazes são, em sua grande maioria, elaboradas de forma empírica com argilas locais com predominância caulínica e elevada plasticidade <sup>(3-4)</sup>.

Para a conformação das massas cerâmicas, as indústrias locais normalmente utilizam uma excessiva quantidade de água, normalmente superior a 30% em peso de material seco, que acarreta grande dificuldade de secagem. Além disso, após queima, as telhas apresentam elevada porosidade que acarreta valores de absorção de água superior a 20%, que é valor máximo estipulado por norma <sup>(4)</sup>, associado à elevada retração linear. As principais razões para a elevada plasticidade e porosidade destas telhas cerâmicas são as características das argilas locais, utilizadas na composição da massa <sup>(5)</sup>.

Eventualmente, a areia é utilizada em quantidades de até 10% em peso para ajustar a plasticidade e facilitar a etapa de secagem <sup>(6,7)</sup>. Entretanto, a areia apresenta como desvantagens um aumento de desgaste dos equipamentos de preparação de massa e de extrusão e redução da resistência mecânica das peças. Nas peças verdes e secas, esta redução da resistência mecânica está associada a pouca aderência das partículas de areia com os minerais argilosos. Após queima, as partículas de areia promovem o aparecimento de trincas em consequência da variação volumétrica do quartzo proveniente da transformação alotrópica da fase  $\alpha$  para a fase  $\beta$  <sup>(8,9)</sup>. Por outro lado, a areia pode até reduzir a absorção de água da cerâmica queimada devido ao aumento do empacotamento das partículas e ainda à redução da perda de massa durante a queima.

Neste sentido, este trabalho tem por objetivo avaliar a influência da adição de areia em massa cerâmica para telhas do município de Campos dos Goytacazes-RJ, visando uma melhoria de suas propriedades tecnológicas.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram utilizados os seguintes materiais: massa argilosa, constituída da mistura de dois tipos de argilas de coloração acinzentada e areia. Ambas as matérias-primas são utilizadas na composição da massa cerâmica por uma cerâmica de Campos dos Goytacazes para a fabricação de telhas prensadas dos tipos romana e portuguesa. Após a coleta das matérias-primas na cerâmica, estas foram inicialmente secas em estufa a 110°C, desagregada com pilão manual e submetida a peneiramento em malha de 20 mesh (0,840 mm).

A composição química das matérias-primas foi determinada por fluorescência de raios X em equipamento Philips, modelo PW 2400. A composição mineralógica qualitativa foi obtida por difração de raios-X (DRX), em equipamento SHIMADZU DXR 7000, operando com radiação Cu-K $\alpha$  e  $2\theta$  variando de 5° a 60° . A distribuição de tamanho de partículas das matérias-primas foi determinada por peneiramento e sedimentação de acordo com a norma técnica <sup>(10)</sup>.

Foram preparadas composições com as seguintes quantidades de areia em mistura com a massa argilosa: 0, 5, 10, 15, 20 e 25% em peso, denominadas de **M0**, **M5**, **M10**, **M15**, **M20** e **M25**, respectivamente. Estas misturas foram homogeneizadas a seco em galga misturadora de pista lisa, modelo GM 400 da GARDELIN. Deve-se ressaltar que a indústria cerâmica utiliza a composição com 10% em peso de areia e 90% de argilas.

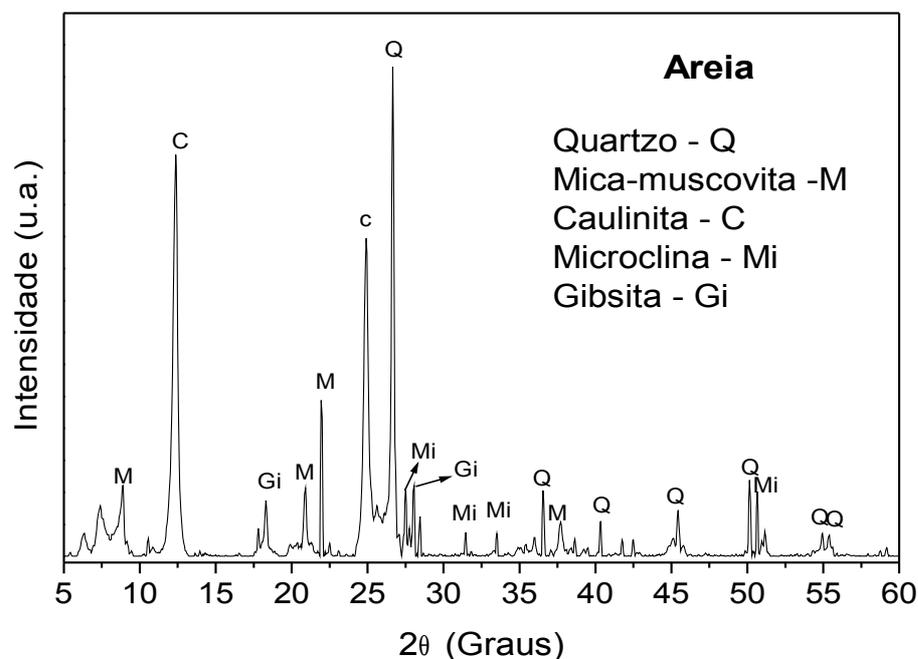
Corpos de prova retangulares foram conformados por extrusora de laboratório nas dimensões 100,0 x 30,00 x 11,00 mm. A quantidade de água adicionada para conformação da argila sem adição de areia foi de 31% em peso. Este percentual foi determinado em função do limite de plasticidade da massa que é de 30,5%. Com o aumento da adição de areia, houve uma redução na quantidade de conformação utilizada. O limite de plasticidade é um parâmetro de grande interesse tecnológico já que apresenta a quantidade de água mínima necessária para que uma argila ou misturas de argilas alcance a consistência necessária para sua conformação no estado plástico. Esta água adicionada à massa cerâmica atua de duas maneiras: e água coloidal ou lubrificante. Primeiramente, a água adicionada atua no preenchimento dos poros das partículas, sendo chamada de água intersticial. Já a segunda, localiza-se entre as partículas, facilitando a conformação

das peças. Este tipo de água é denominado de água coloidal ou lubrificante, sendo que sua eliminação na etapa de secagem é responsável pela retração da peça <sup>(11)</sup>.

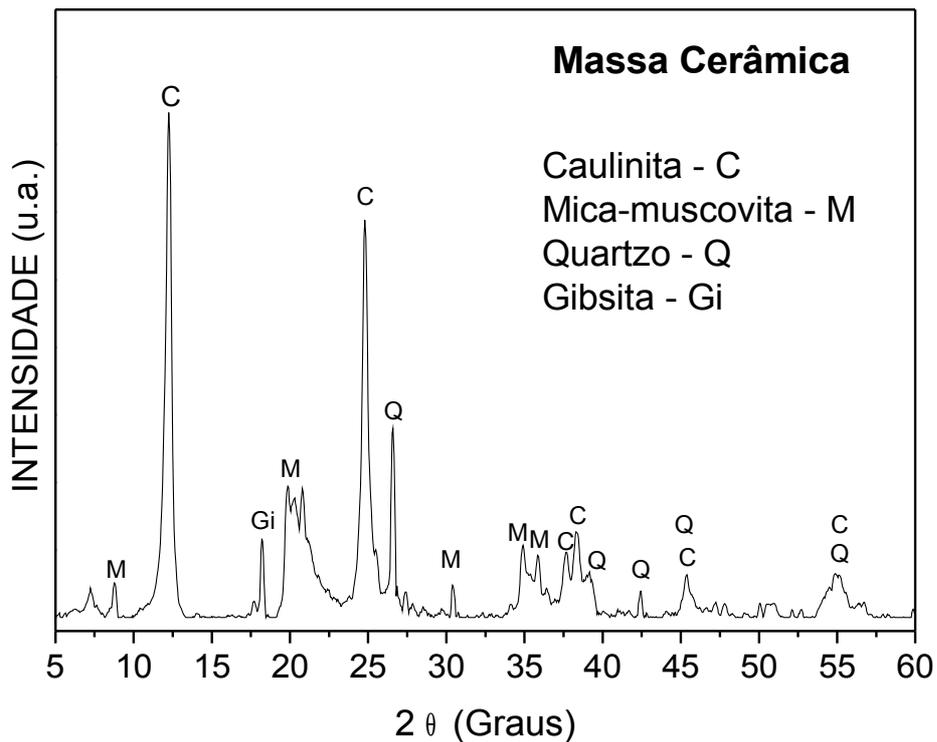
Os corpos de prova inicialmente foram secos em temperatura ambiente por 24 h e colocados em estufa a 110°C até alcançarem peso constante. A queima foi realizada em forno de laboratório nas temperaturas de 800°C, 900°C e 1000°C, com 120 minutos de patamar. Foi utilizada uma taxa de aquecimento/resfriamento de 2°C/min. As propriedades determinadas foram: retração linear de queima, absorção de água e tensão de ruptura à flexão (três pontos).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As Figuras 1 e 2 apresentam os difratogramas de raios-X da areia e da massa cerâmica argilosa, respectivamente. Observa-se que na areia a composição mineralógica é constituída de quartzo, caulinita, mica muscovita, gibsita (hidróxido de alumínio), além de traços de microclina. Já na massa cerâmica observa-se a predominância de caulinita, quartzo, mica muscovita e gibsita. A composição mineralógica das matérias-primas é bem similar. Entretanto, na massa argilosa há predomínio de caulinita e na areia, de quartzo.

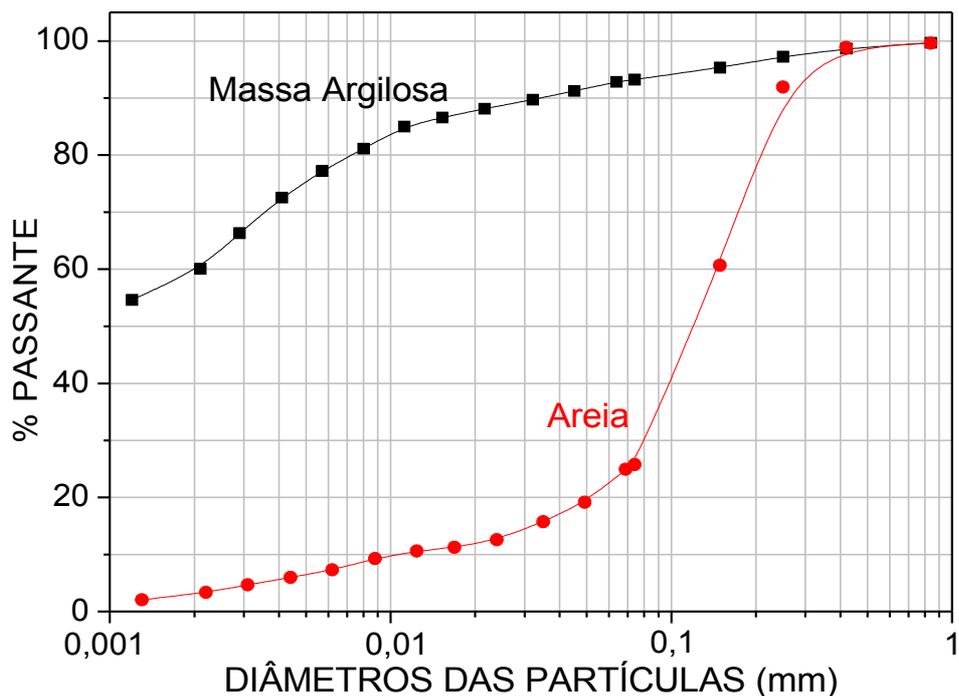


**Figura 1.** Difratograma de Raios X da areia.



**Figura 2.** Difratoograma de Raios X da massa cerâmica.

De acordo com a Fig. 3, pode-se observar que a massa cerâmica apresenta uma granulometria fina com percentual de minerais argilosos, considerados abaixo de 2 mm, de 60% em peso. A fração silte (0,002 a 0,06 mm) e areia (> 0,06 mm) da argila são de 33% e 7%, respectivamente. Já a areia apresenta uma granulometria mais grosseira e com predominância (80%) de fração areia. Estas partículas são extremamente problemáticas na etapa de queima devido ao risco de aparecimento de trincas de resfriamento causadas pela transformação alotrópica do quartzo a 573 °C, que é acompanhada de redução de volume <sup>(12)</sup>.



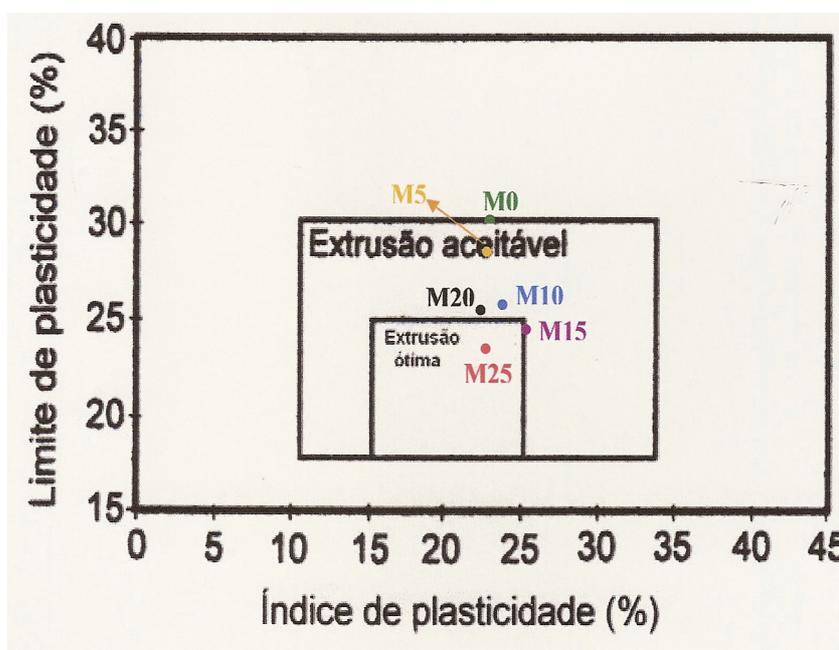
**Figura 3.** Distribuição de tamanho de partículas das matérias-primas.

De acordo com a Tabela 1, observa-se que a massa cerâmica é predominantemente constituída de sílica ( $\text{SiO}_2$ ) alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ). O percentual de 30,87% de alumina é típico de argilas caulínicas de comportamento refratário. Este elevado percentual de alumina também é um indicativo de um significativo percentual de mineral argiloso, conforme indicado na Fig. 2. A elevada perda ao fogo, 15,75%, está associada, sobretudo, à presença da caulinita. Observa-se também que a massa argilosa apresenta um teor relativamente baixo de hematita ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). É por esta razão que a massa argilosa possibilita a obtenção de telhas de coloração creme. Já a areia é constituída principalmente de sílica, associada ao mineral quartzo. O teor relativamente elevado de impurezas bem como da perda ao fogo estão associadas à presença de caulinita e de mineral micáceo, conforme indicados nos difratogramas de raios-X não mostrados neste trabalho.

**Tabela 1.** Composição química da massa cerâmica e areia (% em peso).

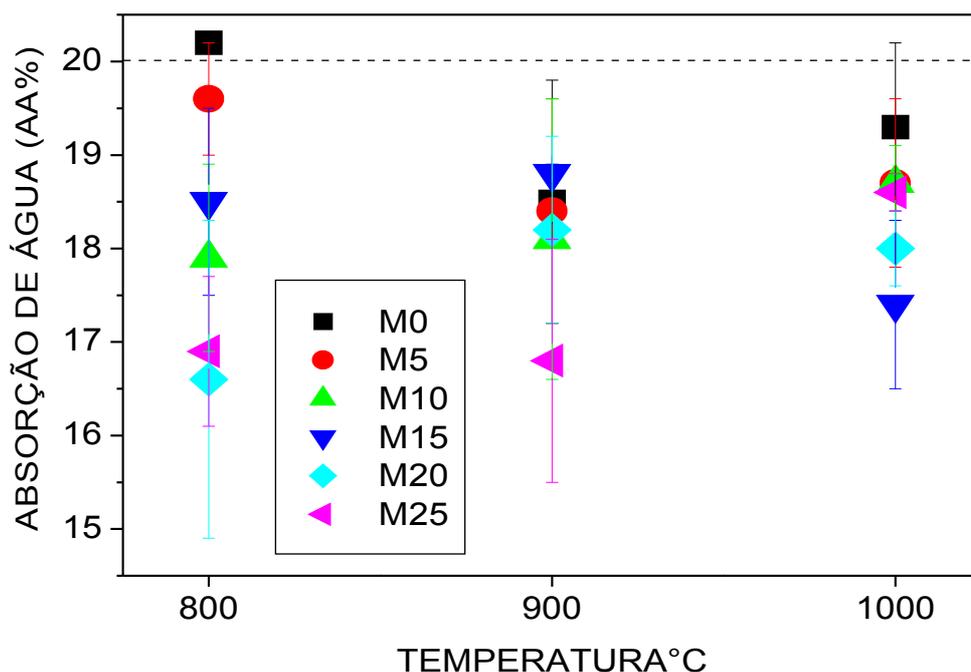
DETERMINAÇÕES										
MATERIAIS	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	CaO	MgO	ZrO <sub>2</sub>	PF
MASSA CERÂMICA	46,75	30,87	3,70	1,25	0,27	1,10	-	-	-	15,75
AREIA	60,82	20,47	4,60	1,63	2,21	-	0,64	1,20	0,24	8,09

A figura 4 apresenta a localização das massas cerâmicas num gráfico elaborado a partir dos limites de Atterberg que indica regiões de extrusão ótima e aceitável<sup>(13)</sup>. O limite de plasticidade (**LP**) indica a quantidade de água mínima que a argila ou massa cerâmica devem conter para serem conformadas. O limite de liquidez (**LL**) corresponde à máxima quantidade de água que a argila ou massa cerâmica possam conter para ainda serem moldáveis. Já o índice de plasticidade (**IP**) representa a diferença entre o **LL** e **LP**, indicando a faixa de consistência de plástica. É possível observar na Figura X que as massas **M0** e **M5**, localiza-se em região de extrusão aceitável. Com a utilização de até 20 % de areia (**M10**, **M15**, **M20**) praticamente não alterou a trabalhabilidade da massa, pois ocorreu uma redução do **LP** e incremento do **IP**. Já na massa **M25** melhorou a trabalhabilidade da massa, posicionando-a mais próxima da região de extrusão ótima.



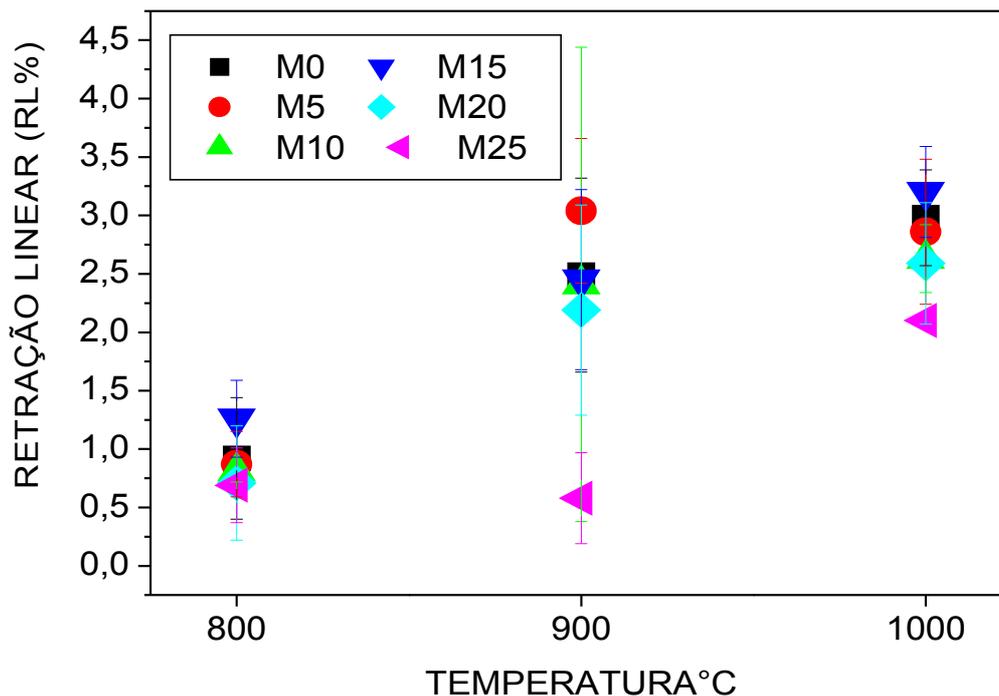
**Figura 4.** Prognóstico de extrusão através dos Limites de Atterberg das massas cerâmicas (%).

A Fig. 5 mostra a absorção de água (AA) das composições estudadas em função da temperatura de queima. Em escala laboratorial praticamente todas as composições mantiveram-se dentro do limite máximo de 20 % <sup>(14)</sup>. Nota-se que há uma tendência de redução da AA com a utilização de areia para todas as temperaturas investigadas. Isto ocorre por melhoria de empacotamento e redução da perda de massa durante a queima.



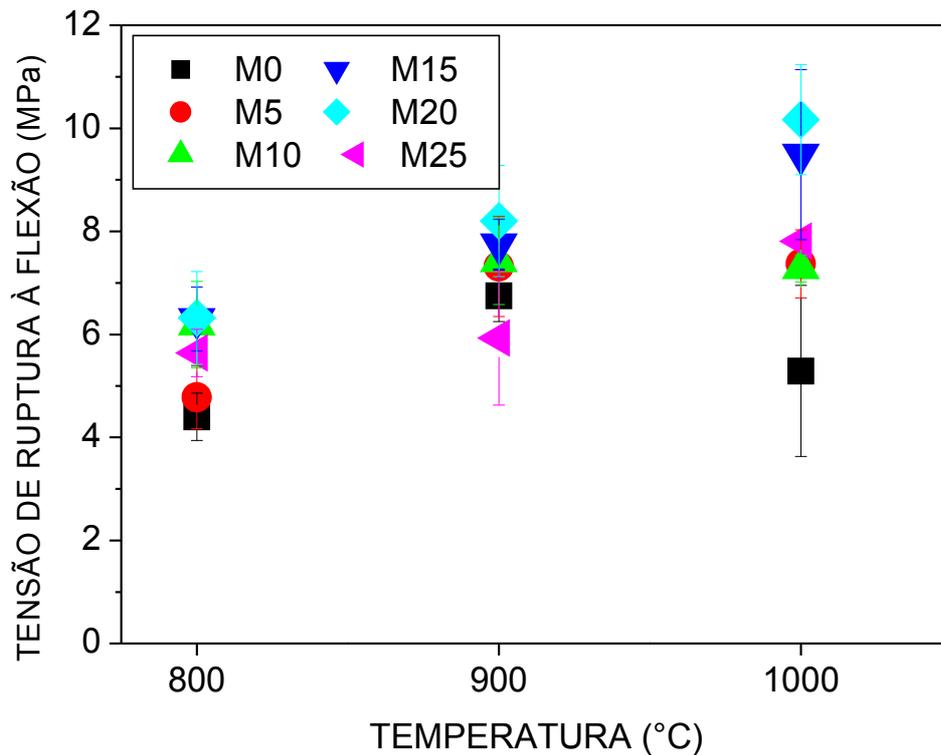
**Figura 5.** Absorção de água das composições de acordo com a temperatura de queima.

A Figura 6 apresenta a retração linear das composições em função da temperatura de queima. Pode-se observar que ocorre um aumento da retração linear das composições com o incremento da temperatura de queima. Isto ocorre como consequência da ativação dos mecanismos de sinterização. A exceção é para a composição **M25**, que praticamente não varia nas temperaturas de 800 e 900°C. Incorporações de areia em grandes quantidades tendem a reduzir significativamente a retração da massa argilosa. Isto é devido ao comportamento inerte da areia na etapa de queima, retardando as reações de sinterização.



**Figura 6.** Retração Linear das composições de acordo com a temperatura de queima.

A Figura 7 apresenta a tensão de ruptura à flexão das composições em função da temperatura de queima. De acordo com a Fig. 7, observa-se que praticamente em todas as temperaturas de queima, a utilização de areia aumentou a resistência mecânica da massa argilosa. As composições com **M15** e **M20** apresentam os maiores valores de resistência mecânica. Observa-se ainda que **M25** ocorre uma redução da resistência mecânica da massa argilosa. Era de se esperar uma diminuição na resistência mecânica devido, sobretudo, à transformação alotrópica do quartzo. Isto possivelmente ocorreu devido à granulometria fina da areia investigada, associada a um nível relativamente elevado de impurezas como a presença da própria argila. Além disso, o maior empacotamento proporcionado pela areia pode ter sido determinante para superar o efeito adverso do aparecimento de trincas causadas pelas partículas de quartzo.



**Figura 7.** Tensão de ruptura à flexão das massas de acordo com a temperatura de queima.

## CONCLUSÕES

Foi possível observar que a areia investigada apresenta bastante impurezas como minerais comumente presentes em argilas. A utilização de areia melhorou a trabalhabilidade/plasticidade da massa argilosa, bem como suas propriedades físicas e mecânicas. Os resultados mostraram ainda que a utilização de 10% de areia, composição industrial, é melhor que a massa argilosa pura. Entretanto, aumentando a quantidade de areia para até 20% em peso, ocorre uma melhora ainda mais significativa nas propriedades investigadas. Finalmente, os resultados indicaram que a utilização de areia na composição de massa de cerâmica vermelha pode ser benéfica tanto para o processamento quanto para a qualidade da cerâmica.

## AGRADECIMENTOS

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALEXANDRE, J.; ALVES, M.G.; RAMOS, I.S.; VOGEL, V.; GANTOS, M. Diagnostico e proposta de melhoria da tecnologia adotada para artesãs da baixada campista. **Anais 50º congresso brasileiro de cerâmica**. BLUMENAU: Maio 2006.
2. VIEIRA, C.M.F., SOARES, T.M., MONTEIRO, S.N. utilização de granito em massa cerâmica para telhas. **Cerâmica Industrial**, 9 (1) Janeiro/Fevereiro, 2004.
3. VIEIRA, C.M.F. SOARES, T.M., MONTEIRO, S.N. Massas cerâmicas para telhas: características e comportamento de queima. **Cerâmica**. v.49, n.312, p.245-250, 2003.
4. VIEIRA, C.M.F., SANCHEZ, R., MONTEIRO, S.N. Microstructure Evolution in Kaolinitic Clay as a Function of Firing Temperature. **Interceram**. v.24, n.4, p. 268-271, 2005.
5. VIEIRA, C.M.F., SOARES, T.M., MONTEIRO, S.N. utilização de granito em massa cerâmica para telhas. **Cerâmica Industrial**, 9 (1) Janeiro/Fevereiro, 2004.
6. PRACIDELLI, S., MELCHIADES, F.G., Importância da Composição Granulométrica de Massas para Cerâmica Vermelha. **Cerâmica Industrial**, v. 2, pp. 31-35, 1997.
7. OLIVEIRA, A.P.N., MONTEDO, O.R.K., PIZETE, J., CASAGRANDE, M., Matérias-primas Empregadas na Fabricação de Tijolos e Blocos de Construção: Características e Influência sobre as Propriedades do Produto Final, **Cerâmica Informação**, n. 10, pp. 57-65, 2000.
8. ABAJO, M.F., Manual Sobre Fabricación de Baldosas, Tejas y Ladrillos, Espanha, Ed. Beralmar S.A., 2000.
9. EMILIANI, G.P., CORBARA, F., Tecnología Cerámica – La Lavorazione, Faenza, Italia, Gruppo Editoriale Faenza Editrice, 1999.

10. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Determinação da Análise Granulométrica de Solos. NBR – 7181, 1984.
11. BELTRAN, V., FERNANDO, E., GARCIA, J., SÁNCHEZ, E. *Tile & Brick Int.* 11 (1995) 169 – 176.
12. CARTY, W. M., SENAPATI, U. Porcelain – raw materials, processing, phase evolution and mechanical behavior. **Journal of the American Ceramic Society**, v. 81, n. 1, p. 3-20, 1998.
13. MARSIGL, M., DONDI, M. Plasticità delle Argille Italiane per Laterizi e Previsione Del Loro comportamento in Foggatura. *L' Industria dei Laterizi*, v.46, p.214-222, 1997.
14. ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas, Componentes Cerâmicos – telhas – terminologia, requisitos e métodos de ensaio, NBR 15310, Rio de Janeiro (2005).

#### **THE EFFECT OF QUARTZ SAND IN PROCESSING, MICROSTRUCTURE AND PROPERTIES OF RED CERAMIC**

This study aimed to redesign a typical mass of color tiles to clear, produced by an industry located in the Campos Goytacazes aiming at an improvement of their physical and mechanical properties after burning, with reduced water absorption and increased resistance Mech. The ceramic body is composed of two industrial local clay and sand. The raw materials were first subjected to tests for characterization mineralogical, chemical, physical and morphological. The modification was made varying the percentage of sand in the ceramic body in quantities of up to 25% by weight. Were prepared by extrusion bodies of evidence for burning in industrial furnace at temperatures of 800, 900, 1000 ° C. The properties were: plasticity, water absorption, linear shrinkage and the bending stress at failure. The microstructure of ceramics was measured by burning optical microscopy and X-ray diffraction. The results indicated that the addition of sand in the composition of the ceramic body for tiles of the city of Campos dos Goytacazes contributed to reduction of porosity. Consequently, there was an improvement in technological properties evaluated.

Keywords: Red Ceramics, Sand, Tiles.