

## EMPREGO DE BLOCOS CERÂMICOS ESTRUTURAIS EM EMPREENDIMENTO IMOBILIÁRIO

N. G. de Azeredo<sup>1\*</sup>, J. Alexandre<sup>1</sup>, A. R. G. de Azevedo<sup>1</sup>, Xavier, G. C.<sup>1</sup>, Monteiro, S.N.<sup>2</sup>

1- Laboratório de Engenharia Civil – LECIV  
Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro-UENF  
Av. Alberto Lamego, 2000. Parque Califórnia.  
Campos dos Goytacazes, RJ. CEP 2013-600

2- Instituto Militar de Engenharia – IME

Praça General Tibúrcio, 80 - Urca, Rio de Janeiro - RJ, 22290-270

e-mail: \* gondim.neila@gmail.com

### RESUMO

*Foram ensaiados blocos estruturais cerâmicos com dimensões de fabricação de 14x19x29 cm. Foram coletados 20 blocos já calcinados a 850°C em uma indústria cerâmica no município de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil. A massa argilosa empregada na conformação dos blocos foi coletada para a sua devida caracterização. Os blocos estruturais cerâmicos foram ensaiados conforme indicação da ABNT NBR 15270:2005 para determinação de suas propriedades geométricas, físicas e mecânicas. A NBR 15270:2005 recomenda formulações para a determinação da resistência característica à compressão dos blocos cerâmicos ( $f_{bk,est}$ ), que para serem classificados como estruturais devem apresentar no mínimo uma resistência de 3 MPa. Também foi utilizado o Modelo de Frequência de Weibull para estimativa da resistência característica à compressão dos blocos cerâmicos a partir dos resultados encontrados no ensaio de compressão. O tamanho do lote foi verificado pelo critério do lote mínimo com um nível de confiança de 95% e 10% de acurácia.*

Palavras-Chave: temperatura de queima, resistência à compressão, absorção.

### INTRODUÇÃO

As alvenarias evoluíram de paredes espessas e rígidas para as lâminas consideravelmente delgadas dos nossos dias. A evolução tecnológica apontou, de

um lado, para o desenvolvimento de materiais com pequena massa específica e de outro, para os componentes vazados como os blocos estruturais cerâmicos. A partir aproximadamente da metade do século XX ocorreu verdadeira revolução na técnica das alvenarias<sup>(17)</sup>. Os projetos das alvenarias estruturais normalmente têm se restringido ao comportamento mecânico e à coordenação dimensional com outros elementos, porém, outros aspectos devem também ser considerados como o desempenho termoacústico, resistência à ação do fogo, estanqueidade à água, cuidados no projeto e na execução das alvenarias.

Os blocos estruturais cerâmicos são feitos de argila natural ou comum plástica, um material abundante na natureza e de custo reduzido. Além disso, podem ser reciclados e incorporados tanto no seu próprio processo de manufatura, quanto em outros tipos de processo. Eles possibilitam conforto térmico e acústico, têm grande resistência ao fogo e grande durabilidade, desde que devidos cuidados sejam levados em conta na execução e proteção.

O município de Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil, ocupa uma área de 4.026,712 km<sup>2</sup> do território Norte do Estado do Rio de Janeiro, com uma população de 463.731 habitantes<sup>(12)</sup>. Uma das atividades econômicas da região é a produção de cerâmica vermelha praticada atualmente por 112 indústrias associadas ao Sindicato dos Ceramistas — segundo o próprio —, e outras não associadas. Essa produção gira em torno de artefatos, como: lajotas para lajes, tijolos, telhas, revestimentos cerâmicos, blocos estruturais cerâmicos, entre outros. Portanto, além da abundância da matéria-prima para a manufatura desses diversos elementos existe um número expressivo de indústrias voltadas para a cerâmica vermelha na referida região.

O sistema construtivo em alvenaria estrutural com blocos cerâmicos dispensa a utilização de fôrmas de madeira convencional, reduz o uso de ferragens e concreto na estrutura, apresenta possibilidade de passagem de conduítes pelos furos para embutimento da instalação elétrica e de cabeamentos, dentre outras vantagens que o tornam atrativo como redutor de custo e de outros insumos cuja utilização impacta negativamente o meio ambiente.

Em 2003 foi elaborado um documento com o objetivo de estabelecer os critérios e exigências para a construção da estrutura de edifícios habitacionais de 3 a 5 pavimentos, quando esta for constituída, essencialmente, de paredes resistentes de alvenaria nos empreendimentos objeto de financiamento, ou contratação pela

Caixa Econômica Federal<sup>(16)</sup>. Na Figura 1 observa-se um empreendimento imobiliário em alvenaria estrutural de quatro pavimentos em construção financiado pela Caixa Econômica Federal em Campos dos Goytacazes. Ressalta-se que os blocos estruturais são assentados com os furos na vertical, permitindo que sejam usados como fôrmas para pilares e também como passagem de conduítes para cabeamento em geral.



Figura 1 - Edifícios com quatro pavimentos em alvenaria estrutural.  
À esquerda sem o revestimento, à direita já em fase de acabamento.  
Fotos: a autora.

Nesse sentido, este estudo teve por objetivo ensaiar blocos estruturais cerâmicos — com base nas recomendações da ABNT NBR 15.270: 2005 — com dimensões de fabricação de 14,0 x 19,0 x 29,0 cm, já queimados a temperatura estimada de 850°C na indústria, para avaliação dos resultados de resistência à compressão e de absorção, tratando-se de propriedades cruciais para que se obtenha um bom desempenho da alvenaria como um todo.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para os ensaios necessários foram fornecidos blocos estruturais cerâmicos fabricados por uma das Indústrias Cerâmicas da região de Campos dos Goytacazes. A fabricação de tais blocos se dá mediante extrusão utilizando-se boquilha apropriada, sendo considerados blocos cerâmicos estruturais aqueles produzidos para serem assentados com furos na vertical<sup>(8)</sup>, conforme Figura 2.



Figura 2- Forma geométrica do bloco estrutural cerâmico obtido através de extrusão  
Foto: a autora

Foram coletados 20 blocos de um lote da indústria já queimados em seus fornos a 850°C. Os blocos foram ensaiados segundo a norma<sup>(8)</sup>, que tem como recomendação o ensaio de 13 blocos em um lote, sendo considerado lote o número de blocos de 1.000 a 100.000.

Em relação à matéria-prima utilizada para a confecção dos blocos, foi colhida uma amostra na esteira que a leva para a extrusora, de onde os blocos tomam sua forma, com a finalidade de se proceder à sua caracterização física (Granulometria, Limites de Atterberg, Massa Específica Real)<sup>(2,3,4,5,6,7)</sup>.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresenta-se a seguir os resultados dos ensaios para a caracterização da matéria-prima utilizada, os resultados dos ensaios de absorção e resistência à compressão dos blocos, as discussões e algumas conclusões pertinentes.

### Ensaio da matéria-prima constitutiva do bloco estrutural cerâmico

Os resultados obtidos para a caracterização da matéria-prima constitutiva dos blocos são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Os valores encontrados para as características físicas, revelam-se semelhantes aos verificados por outros pesquisadores<sup>(1,14,15,18)</sup>, evidenciando a tipologia dominante para as argilas da região, que são utilizadas como matéria-prima para confecção, pela indústria ceramista local, dos mais variados artefatos.

Tabela 1 - Características Granulométricas.

| Diâmetro dos Grãos (mm) - ABNT NBR 6502:1995 – Rochas e Solos |                    |                  |                 |               |             |              |               |
|---|--------------------|------------------|-----------------|---------------|-------------|--------------|---------------|
| Argila  | Silte              | AREIA            |                 |               | PEDREGULHO  |              |               |
|   |                    | Fina             | Média           | Grossa        | Fino        | Médio        | Grosso        |
| < 0,002   | 0,002<br>a<br>0,06 | 0,06<br>a<br>0,2 | 0,2<br>a<br>0,6 | 0,6<br>a<br>2 | 2<br>a<br>6 | 6<br>a<br>20 | 20<br>a<br>60 |
| Características Granulométricas                               |                    |                  |                 |               |             |              |               |
| Pedregulho  |                    |                  | Areia           |               |             | Silte        | Argila        |
| Grosso  | Médio              | Fino             | Grossa          | Média         | Fina        |              |               |
| -   | -                  | -                | -               | 1,0%          | 6,0%        | 34,0%        | 59,0%         |

Tabela 2 - Limites de Atterberg e Densidade Real dos Grãos

| Limites de Atterberg |                          |                          | Densidade Real dos Grãos (g/cm <sup>3</sup> ) |
|----------------------|--------------------------|--------------------------|---|
| Limite Liquidez (LL) | Limite Plasticidade (LP) | Índice Plasticidade (IP) |   |
| 68,5%                | 33,7%                    | 34,7%                    | 2,62  |

A classificação da massa argilosa pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS) é que se trata de uma argila siltosa, pouco arenosa, de alta plasticidade (CH), uma vez que o seu Limite de Liquidez é maior do que 50%.

### Ensaio das amostras de blocos estruturais

Por definição, as amostras constituem-se em um conjunto de blocos retirados aleatoriamente de um lote para determinação de suas propriedades geométricas, físicas ou mecânicas. No caso em questão foram recolhidos 20 blocos para serem analisado, no entanto, o número mínimo necessário recomendado por norma<sup>(8)</sup> constitui-se em 13 blocos para ensaios à compressão e 6 para os ensaios de absorção.

### Ensaio dimensional

O ensaio dimensional é uma importante etapa do estudo, uma vez que a característica geométrica dos blocos deve atender aos critérios normativos para que tenham desempenho adequado. Os blocos estruturais devem possuir a forma de um prisma reto, as áreas brutas ( $A_b$ ) — que correspondem às áreas das seções de assentamento delimitadas pelas arestas dos blocos, sem desconto das áreas dos furos — devem ser determinadas, uma vez que esses dados são necessários para o cálculo das resistências à compressão<sup>(8)</sup>.

Nos blocos cerâmicos estruturais de paredes vazadas, a espessura mínima dos septos deve ser de 7 mm e das paredes externas deve ser no mínimo de 8 mm, conforme mostrado esquematicamente na Figura 3, cuja tolerância relacionada à média das dimensões efetivas deve ser de  $\pm 3\text{mm}$ <sup>(8)</sup>.

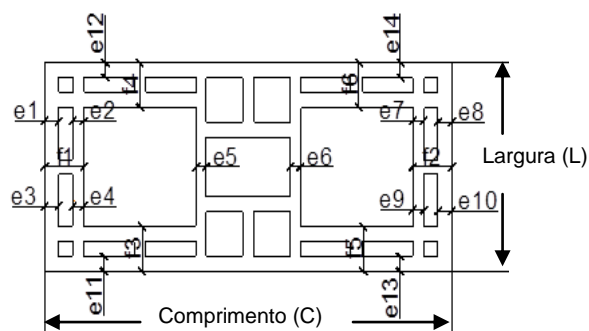


Figura 3 - Planta do bloco estrutural de paredes vazadas para levantamento dos dados dimensionais.  
Fonte: a autora.

As medidas dos septos foram efetuadas com um paquímetro universal Mitutoyo Série 530 e as medidas de largura, altura e comprimento foram efetuadas com uma escala de aço rígida Mitutoyo. O Coeficiente de Variação em relação às medidas totais foi de no máximo 1,1%, o que indica uma uniformidade dimensional. Tanto os septos externos quanto os internos mostram-se dentro das especificações normativas com médias de 8,1 mm e 6,5 mm respectivamente, dentro da tolerância relacionada à média das dimensões efetivas mencionada anteriormente.

#### Ensaio de absorção de água

Uma propriedade importante a ser determinada para caracterização de blocos é o índice de absorção de água, que pode representar uma característica indicativa da durabilidade do bloco. A norma<sup>(8)</sup> fixa como limites para absorção de água os valores mínimo de 8% e máximo de 22%. A Figura 4 apresenta parte dos 20 blocos em imersão em água e a balança, devidamente calibrada e com certificado do INMETRO, para a pesagem dos blocos.



Figura 4 – Blocos em imersão e pesagem de um bloco para ensaio de absorção.

A Tabela 3 mostra a média da massa seca e da massa úmida dos vinte blocos coletados e não apenas de seis, conforme recomendação normativa. A primeira, determinada após a secagem em estufa ( $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ) e a segunda após as amostras ficarem submersas em água à temperatura ambiente por período de 24 horas.

Tabela 3 - Ensaio de absorção.

| ENSAIO DE ABSORÇÃO DE BLOCOS CERÂMICOS (ABNT NBR 15270-3:2005) |                         |                          |  |
|--|-------------------------|--------------------------|--|
| Material: Blocos Estruturais Cerâmicos queimados a 850°C       |                         |                          | Procedência: Indústria Cerâmica                      |
| Data da Coleta do Material: 29/10/2013                         |                         |                          |  |
| Data ensaio: 17/11/13  |                         | Data: 18/11/13           |  |
| Hora ensaio: 8h  |                         | Hora ensaio: 9h          |  |
| Bloco  | Massa seca<br>$m_s$ (g) | Massa úmida<br>$m_u$ (g) | Absorção<br>$AA (\%) = (m_u - m_s / m_s) \times 100$ |
| Média  | 4478,3                  | 5557,1                   | 24,1   |
| Desvio Padrão  | 117,19                  | 115,76                   | 5,07   |
| Coeficiente Variação (%)                                       | 2,62                    | 2,57                     | 21,06  |

---

VALOR DE REFERÊNCIA  $8 \leq AA (\%) \leq 22$

---

O coeficiente de variação é determinado pela relação entre o desvio padrão e a média, dado em porcentagem. Observa-se que o índice de absorção está a 2 pontos percentuais acima do recomendado pela norma<sup>(8)</sup> e com um coeficiente de variação de 21,06%. Esse valor de coeficiente de variação é tolerável, por se tratar de um material não homogêneo, intrinsecamente dispersivo. Os 2% acima da recomendação normativa para a absorção estão no limite tolerável.

#### Ensaio de resistência à compressão

Na Tabela 4 encontram-se as médias das dimensões efetivas aferidas, a média da área bruta ( $A_b$ ), da carga última e da resistência à compressão de blocos queimados a 850°C.

Tabela 4 - Dimensões, área bruta, carga última, tensão última.

| Blocos<br>850°C<br>(20 unidades) | Dimensões (cm) |           |                 | Área Bruta<br>(cm <sup>2</sup> ) | Carga<br>Última<br>(kN) | Tensão<br>Última<br>(Mpa) |
|----------------------------------|----------------|-----------|-----------------|----------------------------------|-------------------------|---------------------------|
|                                  | Largura(L)     | Altura(H) | Comprimento (C) |                                  |                         |                           |
| Médias                           | 13,72          | 18,91     | 29,03           | 398,30                           | 291,71                  | 7,3                       |
| Desvio Padrão                    | 0,14           | 0,21      | 0,18            | 5,67                             | 47,95                   | 1,27                      |
| Coeficiente Variação             | 1,02           | 1,12      | 0,61            | 1,42                             | 16,44                   | 17,29                     |

Para o cálculo da resistência característica à compressão ( $f_{bk,est}$ ) deve-se proceder conforme indicado na página 7 da ABNT NBR 15270-2:2005, sendo que a resistência deverá ser no mínimo de 3 MPa referida à área bruta para que o bloco seja considerado como estrutural. O valor encontrado foi de 7,48 MPa, que é maior que a média das resistências dos blocos. Nesse caso, a recomendação é que se adote o menor, que é a média de 7,3 MPa.

#### Análise dos resultados pelo Modelo de Weibull

O Modelo de Frequência de Weibull<sup>(11)</sup> se aplica a diversos problemas de Engenharia, destacando-se a determinação da vida útil ou da resistência de peças. Sua formulação permite uma plasticidade que emula a maior parte dos modelos de frequência. Esse modelo é empregado na caracterização de materiais frágeis tais como os cerâmicos<sup>(10)</sup>.

As estimativas de parâmetros de Weibull podem ser feitas por alguns métodos, como: Gráfico de Probabilidade, Gráfico de Risco, Máxima Verossimilhança, Estimadores de Momento e Estimadores Lineares. Neste trabalho foi utilizado o

Método Gráfico de Probabilidade e o Método da Máxima Verossimilhança como estimador dos parâmetros que compõe a distribuição de Weibull<sup>(11)</sup>.

O Teorema do Limite Central prevê que quanto maior for o número de amostras, mais a distribuição desse número tende a ser uma Normal. Para esse estudo foram utilizadas 20 amostras, quando a recomendação normativa é de 13<sup>(8)</sup>. No entanto, um número pequeno de amostras pode ser utilizado no Modelo de Weibull com estimativas de limites de confiança quase exatas<sup>(11)</sup>.

#### Análises por meio do Método Gráfico de Probabilidade e da Máxima Verossimilhança

As amostras de blocos queimados a 850°C foram submetidas à análise pelo Método Gráfico de Probabilidade e pelo Método da Máxima Verossimilhança para determinação dos parâmetros da distribuição estatística de Weibull<sup>(11)</sup>, que se encontram na Tabela 5. O parâmetro de localização, que se refere a uma grandeza inicial, é de  $\delta = 0$  e o nível de confiança de 95% nesse estudo.

Tabela 5: Parâmetros obtidos pelo Método Gráfico de Probabilidade e pela Máxima Verossimilhança

| Blocos queimados a 850°C                        | Gráfico de Probabilidade | Máxima Verossimilhança | Limite Inferior | Limite Superior |
|---|--------------------------|------------------------|-----------------|-----------------|
| Módulo de Weibull ( $\beta$ )                   | 6,49                     | 6,41                   | 4,86            | 8,44            |
| Resist. à compress. característica ( $\theta$ ) | 7,87 MPa                 | 7,86 MPa               | 7,40 MPa        | 8,35 MPa        |
| Média   | 7,33 MPa                 | 7,32 MPa               | -               | -               |
| Desvio Padrão                                   | 1,32 MPa                 | 1,33 MPa               | -               | -               |
| R <sup>2</sup>                                  | 0,9620                   | -                      | -               | -               |

Observa-se pelos resultados apresentados na Tabela 5 que a resistência característica à compressão estimada por ambos os métodos foi em torno de 7,86 MPa. No entanto, o método da Máxima Verossimilhança fornece os limites inferior (7,40 MPa) e superior (8,35 MPa). O limite inferior de 7,40 MPa está condizente com a resistência à compressão estimada ( $f_{bk,est}$ ) via recomendação normativa, que foi de 7,30 MPa.

#### Avaliação do Lote Mínimo

Em relação ao lote mínimo o que se espera é poder fazer uma estimativa de que ele é representativo da população, um número ideal necessário e suficiente. Esse lote mínimo depende do tipo de material que se está testando. Em se tratando de um material que já é motivo de várias pesquisas, a própria literatura poderá



fornecer uma indicação desse lote mínimo, no entanto, busca-se alguma equação que ligue a quantidade de amostras à precisão requerida do lote. Esta equação irá conter certas incógnitas da população, que devem ser estimadas, para que se obtenham os resultados esperados. Nesse sentido, para verificar se o número de ensaios realizados representa verdadeiramente a propriedade avaliada um método é aplicado a partir dos resultados obtidos<sup>(10)</sup>.

A equação para a determinação do tamanho mínimo inicial do lote é apresentada a seguir.

$$n_0 = \left( \frac{t S_x}{r x_m} \right)^2 \quad (A)$$

Onde  $t$  é o  $t$  de *Student* (Tabelado),  $S_x$  é o desvio padrão,  $r$  é a acurácia desejada para o valor obtido e  $x_m$  é a média do lote estudado.

Se o valor determinado na expressão (A) é muito menor que  $N$  — o número total de amostras testadas —,  $n_0$  é o lote mínimo de ensaios necessários para se determinar corretamente a propriedade avaliada. Caso  $n_0 \geq N$  o número total de amostras não foi suficiente e um número maior é necessário. Se  $n_0 \leq N$ , mas não muito menor, aplica-se a seguinte expressão:

$$n = \frac{n_0}{1 + \left( \frac{n_0}{N} \right)} \quad (B)$$

Para esse estudo foi determinado 10% de acurácia com um nível de confiança de 95%, que foram determinados por meio da Incerteza Expandida ( $U_{95}$ ) e representam os erros do sistema de medição de carga, dimensional e temperatura combinados<sup>(13)</sup>.

O número inicial mínimo do lote ( $n_0$ ) estimado por meio da expressão (A) nesse trabalho foi de 12 blocos, sendo o número de amostras total ( $N$ ) de 20 blocos. Como  $n_0 \leq N$  tem-se que 12 blocos seriam o suficiente para o estudo. A norma recomenda um número mínimo de 13 blocos. Portanto, a estimativa do lote mínimo está condizente com a literatura.

## CONCLUSÕES

A caracterização da massa argilosa desse trabalho indica que ela é uma argila siltosa, pouco arenosa, classificada como CH pelo Sistema Unificado de Classificação de Solos (USCS) com Limite de Liquidez de 68,5%. A densidade real dos grãos é de 2,62 g/cm<sup>3</sup>, o que demonstra estar dentro da faixa de valores das

argilas encontradas na região e empregadas na fabricação de blocos cerâmicos estruturais, dentre outros tipos de peças cerâmicas. As frações granulométricas encontram-se dentro dos limites recomendados para a conformação de peças em cerâmica vermelha.

Em relação ao ensaio dimensional os blocos cerâmicos estruturais confeccionados com a massa argilosa analisada e calcinados na indústria a uma temperatura estimada de 850°C apresentam coeficiente de variação de no máximo 1,1% em relação às medidas de largura (L), altura (H) e comprimento (C), indicando uma uniformidade dimensional aceitável. Os septos internos e externos indicam média de 6,5 mm e 8,1 mm respectivamente, dentro dos  $\pm 3$  mm toleráveis.

O índice da absorção (AA%) estimado é de 24,1%, com coeficiente de variação de 21,06%, quando o valor de referência indica um máximo de 22% para absorção e coeficiente de variação em torno de 20%<sup>(16)</sup>. Ainda em relação à absorção dos blocos estruturais estudados, esses resultados demonstram estarem no limite aceitável em se tratando das recomendações normativas.

Quanto ao ensaio de compressão o estudo estima uma resistência característica de 7,3 MPa; 58,9% acima da mínima, que é de 3 MPa, para que o bloco seja designado como estrutural. O coeficiente de variação de 17,29% encontra-se perfeitamente dentro das recomendações<sup>(16)</sup>.

A análise pelo Método Gráfico de Probabilidade indica resistência característica de 7,87 MPa, com um  $R^2$  de 0,9620 e desvio padrão de 1,32 MPa. Já o Método da Máxima Verossimilhança apresenta uma resistência característica de 7,86 MPa e desvio padrão de 1,33 MPa, com semelhança significativa entre os dois métodos. O limite inferior e superior de 7,4 MPa e de 8,35 MPa, respectivamente apresentam uma diferença de 10% apenas. O limite inferior de 7,40 MPa coaduna com a resistência característica de 7,3 MPa encontrada via ABNT NBR 15.270:2005.

O tamanho mínimo do lote com 95% de confiança e acurácia de 10% é de 12 blocos, de acordo com as formulações apresentadas. Portanto, o número de amostras foi suficiente para a avaliação das propriedades dos blocos estruturais cerâmicos.

## REFERÊNCIAS

(1) ALEXANDRE, J . *Análise de matéria-prima e composição de massa utilizada em cerâmicas vermelhas*. Tese (Doutorado) Universidade Estadual do Norte

Fluminense, UENF – Ciências de Engenharia – Geotecnia. Campos dos Goytacazes – RJ, 2000. 174p.

(2) ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (1995). *Rochas e Solos*. Esta Norma define os termos relativos aos materiais da crosta terrestre, rochas e solos, para fins de engenharia geotécnica de fundações e obras de terra: NBR 6502. Rio de Janeiro, RJ, 1995.

(3) \_\_\_\_\_ (1984). *Solo* - esta Norma prescreve o método para a determinação do limite de plasticidade e para cálculo do índice de plasticidade dos solos: NBR 7180:1984 Versão Corrigida:1988. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

(4) \_\_\_\_\_ (1984). *Solo* - esta Norma prescreve o método para análise granulométrica de solos, realizada por peneiramento ou por combinação de sedimentação e peneiramento: NBR 7181:1984. Versão Corrigida:1988. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

(5) \_\_\_\_\_ (1984) *Solo* - esta Norma prescreve o método para a determinação do limites de liquidez dos solos: NBR 6.459. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

(6) \_\_\_\_\_ (1984) *Solo* - esta Norma prescreve o método de determinação da massa específica dos grãos de solos que passam na peneira de 4,8 mm: NBR 6.508. Rio de Janeiro, RJ, 1984.

(7) \_\_\_\_\_ (1986) *Solo* - esta Norma prescreve o método para a preparação de amostras de solos para os ensaios de compactação e de caracterização: NBR 6457. Rio de Janeiro, RJ, 1986.

(8) \_\_\_\_\_ (2005). *Componentes cerâmicos*: NBR 15.270. Rio de Janeiro, RJ, 2005.

(9) COCHRAN, W. G. *Sampling Techniques*, John Wiley & Sons, Inc., New York, USA (1977).

(10) DE CARVALHO, E.A. *Ensaaios Mecânicos Parte II. Notas de aula*. Rio de Janeiro, UENF, Campos dos Goytacazes, RJ. (2013).

(11) DODSON, B. *The Weibull Analysis Handbook*, 2nd ed., ASQ Quality Press, 2006.

(12) IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – CENSO 2010 Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>.

(13) ISO-GUM. *Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement*, ISO, Genève, Switzerland, 1995.

(14) MILLER, C. P. *Determinação de parâmetros mecânicos e modelagem numérica em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos da indústria de Campos dos Goytacazes*. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF. Campos dos Goytacazes- RJ, 2008. 161p.

(15) PEDROTI, L. G. *Estudo de conformidades em relação à ABNT de blocos cerâmicos prensados e queimados*. Dissertação (Mestrado) Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF. Campos dos Goytacazes – RJ. 2007.97 p.

(16) SABBATINI, F. H. *Alvenaria estrutural: materiais, execução da estrutura e controle tecnológico*. Caixa Econômica Federal, 2003.36 p.

(17) THOMAZ, E. ; HELENE, P. *Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios*. EPUSP- BT/PCC/252. São Paulo, SP. 2000.31p.

(18) XAVIER, G. C. *Resistência, alterabilidade e durabilidade de peças cerâmicas vermelhas incorporadas com resíduo de granito*. Tese (Doutorado) Engenharia Civil. Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF– Ciências de Engenharia – Campos dos Goytacazes– RJ, 2006. 202 p.

## ABSTRACT

### THE USE OF STRUCTURAL CLAY BRICK MASONRY UNITS IN BUILDINGS

*The compressive strength and the absorption of structural clay brick units are some of the material properties that are affected by the burning temperature. The present work dealt with the evaluation of structural clay brick samples already burned at 850°C, which nominal dimensions are 14x19x29 cm. Therefore, from a lot a sample containing 20 structural clay bricks were collected. The samples were subjected to tests recommended by ABNT NBR 15270:2005 to determine their properties. Specific formulations to determine the characteristic compressive strength were used. To be classified as structural the clay brick should be at least 3 MPa. Therefore, we also used the Probability Plot Method and Likelihood Method to estimate distribution parameters in order to compare the results obtained. The sample size was checked with 95% confidence level and 10% accuracy. A sample of the natural clay used in the red-brick plant was collected to be characterized.*

*Key words: temperature, compressive strength, absorption.*