

PARÂMETROS FÍSICOS E MECÂNICOS DE BLOCOS PRENSADOS E QUEIMADOS DE CERÂMICA VERMELHA PARA USO COMO ALVENARIA ESTRUTURAL

*

Guilherme Moura Reis Coutinho¹
Lucas Xavier Pereira da Silva²
Niander Aguiar Cerqueira³
Victor Barbosa de Souza⁴

Resumo

A crescente demanda por uma maior racionalização na construção civil tem fomentado o surgimento de novos produtos como os blocos prensados e queimados (BPQ), que possibilitam maior rapidez nas obras, com redução de desperdícios e de retrabalhos. Este trabalho objetiva o aprofundamento dos estudos desse novo material, verificando o comportamento mecânico, a deformabilidade e os modos de ruptura. Para tanto, foram realizados ensaios em blocos, prismas e pequenas paredes de BPQ. Os resultados obtidos indicam um bom comportamento do material, podendo ser aplicado para produção de residências de pequeno e médio porte, com bons resultados de resistência mecânica e da absorção de água das peças queimadas, garantindo atingir os requisitos estabelecidos pela norma NBR 15.270: 2005..

Palavras-chave: Alvenaria estrutural; Blocos prensados e queimados; Módulo de elasticidade; Modo de ruptura.

PHYSICAL AND MECHANICAL PARAMETERS OF PRESSED AND BURNED BLOCKS OF RED CERAMICS FOR USE AS A STRUCTURAL MASONRY

Abstract

The growing demand for more rationalization in civil construction has fostered the emergence of new products such as pressed and burned blocks (BPQ), which allow faster work, reducing waste and reworking. This work aims to deepen the studies of this new material, verifying the mechanical behavior, the deformability and the rupture modes. For that, tests were performed on blocks, prisms and small walls of BPQ. The results indicate a good behavior of the material, and can be applied to the production of small and medium sized houses, with good results of mechanical resistance and water absorption of the burned parts, guaranteeing to reach the requirements established by norm NBR 15.270: 2005.

Keywords: Structural masonry; Compressed and burned blocks; Modulus of elasticity, Rupture mode

¹ Graduando em Engenharia Mecânica, estudante, Engenharia Mecânica, Centro Universitário Redentor, Itaperuna, Rio de Janeiro, Brasil.

² Graduando em Engenharia Mecânica, estudante, Engenharia Mecânica, Centro Universitário Redentor, Itaperuna, Rio de Janeiro, Brasil.

³ Doutor em Engenharia Civil, Coordenador Engenharia Civil, Engenharia Civil, Centro Universitário Redentor, Campos dos Goytacazes, Rio de Janeiro, Brasil.

⁴ Mestre em Engenharia Mecânica, Professor, Engenharia Mecânica, Centro Universitário Redentor, Itaperuna, Rio de Janeiro, Brasil.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil passou por um grande momento de expansão, de desenvolvimento, muito impulsionado pela situação econômica dos últimos anos no Brasil. Grandes eventos de importância mundial que o Brasil tem sediado nos últimos anos também impulsionaram tal desenvolvimento, além da descoberta do pré-sal e o desenvolvimento do setor petrolífero. Ainda que o cenário atual apresente alguns senões à manutenção deste crescimento, o país ainda tem muito por se desenvolver e, tal desenvolvimento, passa diretamente pela modernização do setor da construção civil.

Desta forma, é de suma importância o domínio de técnicas e de produtos que permitam uma maior rapidez nos processos construtivos, menor custo e, ao mesmo tempo, um alto padrão de qualidade. Faz-se importante, no atual estágio de desenvolvimento, que as empresas prezem pela eficiência, visando à lucratividade, a satisfação do cliente e, por consequência, assegurem assim sua permanência no mercado.

A arte de construir exige otimização de materiais e de mão de obra, de maneira que as execuções de seus subsistemas contribuam para a obtenção da qualidade, redução de custos, diminuição de desperdícios nas construções, produtividade, praticidade e principalmente agilidade.

Destarte, o emprego de Alvenaria Estrutural ganhou novamente espaço como alternativa ao uso das estruturas em concreto armado, por possibilitar uma série de vantagens, tais como maior economia de material, menor geração de desperdício, melhoria na etapa de acabamento, etc. Outro fator relevante é que tal método construtivo desempenha ao mesmo tempo as funções de elemento de vedação e estrutura.

Assim, alvenaria estrutural compõe fortemente as fases de projeto e construção, sendo um sistema completo que suporta, racionaliza e organiza todos os subsistemas da construção, desde que haja mão de obra qualificada. Neste cenário, os tijolos e blocos do tipo macho e fêmea contribuem de forma contundente para o processo de racionalização da construção em alvenaria estrutural, uma vez que além de exigir projeto de modulação, o que em si já elimina tempo de execução, acrescenta agilidade no assentamento dos blocos pelo encaixe. Além de agilidade, também permite maior precisão, uma vez que o assentamento demandará maior cuidado com o prumo das paredes, e menor gasto com argamassa, por permitir uma boa união dos blocos garantindo maior estanqueidade.

A indústria da cerâmica vermelha exerce relevante papel econômico no município de Campos dos Goytacazes, porém o produto final das unidades fabris ainda apresentava desconformidade com os requisitos da ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), o que representa um baixo valor agregado.

De acordo com Alexandre (2000)^[1], a planície sedimentar campista foi formada no período quaternário pelas inundações do rio Paraíba do Sul. Portanto, as jazidas locais se caracterizam de material sedimentado e constitui fonte não renovável, o que ressalta a importância de se agregar um maior valor ao produto final obtido (MILLER, 2008)^[2].

O processo de fabricação de artefatos cerâmicos para construção civil, como tijolos, blocos, telhas, etc., apresentou um significativo avanço no Brasil nos últimos 70 anos, fruto de diversas pesquisas desenvolvidas nesse segmento (XAVIER, 2006)^[3]. Entretanto, muito ainda pode ser feito pelo avanço desse processo construtivo.

Nesse sentido Pedroti (2007)^[4] propôs substituir o processo de extrusão na fabricação de peças em tijolo cerâmico, pela de prensagem de blocos em cerâmica, processo similar ao que é realizado com os tijolos de solo-cimento. Os blocos tipo “macho e fêmea” são então prensados e queimados, possibilitando um ganho de resistência e durabilidade a esses materiais.

Para utilização dos Blocos Prensados e Queimados (BPQ) como alvenaria estrutural, um ponto de grande importância a ser estudado é a deformabilidade de painéis de BPQ, definindo parâmetros elásticos (módulo de deformação, coeficiente de Poisson), além da investigação das formas de ruptura de blocos, prismas e pequenas paredes de BPQ.

Essa pesquisa avaliou o comportamento e a qualidade de blocos cerâmicos prensados e queimados (BPQ), no modelo de blocos de encaixe, tipo “macho e fêmea”, quanto a resistência à compressão, os módulos de deformação, coeficiente de Poisson, as curvas tensão x deformação e os modos de ruptura.

Neste trabalho buscou-se atingir às seguintes metas:

- caracterização física, química (EDX), mineralógica (DXR) e térmica (ATD e TG) da matéria prima (argila) com a qual se confeccionou os BPQ;
- a produção dos BPQ com dimensões de 30,0 cm comprimento, 15,0 cm de largura e 7,0 cm de altura, queimados a temperatura média de 850° a 900°C;
- a determinação de parâmetros de qualidade dos materiais produzidos (absorção e resistência à compressão de blocos);
- a determinação da forma de ruptura de blocos, prismas e pequenas paredes, com e sem juntas argamassadas;
- a determinação do módulo de deformação do material;
- comparação dos resultados obtidos para os prismas e pequenas paredes com e sem juntas argamassadas.

2 DESENVOLVIMENTO

Na execução da presente pesquisa, foram realizados ensaios para determinar as características da matéria-prima (massa argilosa). Após as caracterizações do material, foram confeccionados Blocos Prensados e Queimados (BPQ), em metodologia adaptada de Pedroti (2007), que consiste na moldagem dos blocos cerâmicos por prensagem, sem uso de cimento. Essa etapa foi realizada em parceria com a empresa Arte Cerâmica Sardinha, situada no distrito de São Sebastião, município de Campos dos Goytacazes, RJ.

2.1 Caracterização da matéria-prima

Foram coletados 15 kg de amostra de argila na jazida utilizada na Cerâmica Sardinha para caracterização em laboratório. O material foi colocado em sacos, para manter a umidade característica da mesma. No laboratório a amostra foi seca ao ar livre, destorroada, homogeneizada e quarteada para ser utilizada nos ensaios, conforme prescreve a NBR 6457:1986^[5]

Com as amostras preparadas, foram realizados os ensaios de caracterização da matéria prima utilizando equipamentos disponíveis no LECIV-UENF e de outros laboratórios da UENF, para definir parâmetros importantes para a produção dos blocos.

2.1.1 Análise Granulométrica

Foram realizados ensaios de peneiramento e sedimentação, no Laboratório de Solos do LECIV, para determinação das curvas de distribuição granulométrica da argila empregada na fabricação dos BPQ, segundo a NBR 7181:1984^[6]. O melhor solo para a produção de tijolos e blocos cerâmicos deve apresentar entre 30 e 70% de fração argila.

O resultado da análise granulométrica está apresentada na Figura 1.

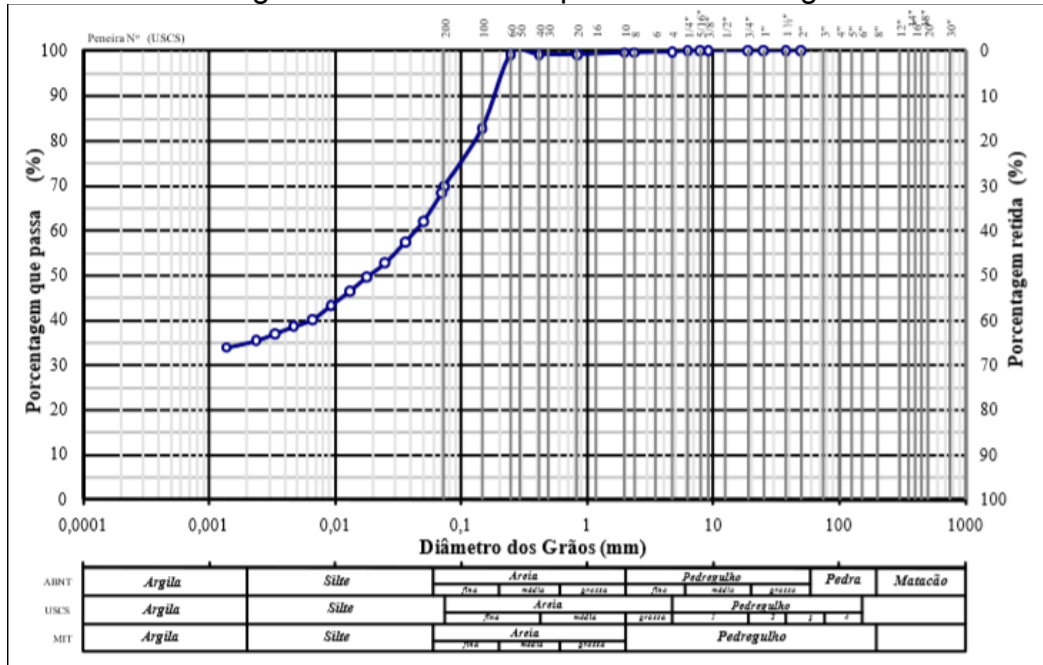


Figura 1: Curva granulométrica – Solo

A amostra de solo apresenta 34,8% de argila, 30,1% de silte e 30,3% de areia em sua composição. Comparando o resultado com o que foi apresentado por Alexandre (2000) e Vieira (2001)^[7], a massa argilosa pode ser empregada na confecção de materiais cerâmicos, pois o percentual de argila está na faixa de 30% a 70%.

2.1.2 Limites de Atterberg

Foram realizados ensaios para determinação da consistência da matéria-prima. Através da determinação dos Limites de Atterberg para determinação da umidade ótima para a prensagem da matéria prima disponível.

Os índices que definem a consistência do material são o limite de liquidez (LL), o limite de plasticidade (LP) e o índice de plasticidade (IP), foram determinados, no Laboratório de Solos do LECIV, segundo o prescrito nas normas NBR 6459:1984^[8] e NBR 7180:1984^[9].

Os resultados deste ensaio são apresentados na tabela 1.

Tabela 1: Índices de Consistência

Índice	Valores obtidos
Limite de Liquidez – LL (%)	51,5
Limite de Plasticidade – LP (%)	30,3
Índice de Plasticidade – IP (%)	21,2

Sendo o Limite de Liquidez de 51,5%, o material pode ser classificado como Argila Pouco Plástica (CL) com presença de Areia na massa pelo Sistema de Classificação Unificada dos Solos (S.U.C.S).

2.1.3 Massa específica real dos grãos

Foi determinado a massa específica real dos grãos da amostra da argila, no Laboratório de Solos do LECIV, de acordo com as normas NBR 6508:1984 e NBR 6457:1986.

Para calcular a densidade real do solo em determinada temperatura t (δt) aplica-se a seguinte equação 1:

$$\delta t = P2 - P1 / [(P4 - P1) - (P3 - P2)] \quad (1)$$

onde

$P1$: peso do picnômetro vazio e seco (g); $P2$: peso do picnômetro mais amostra (g); $P3$: peso do picnômetro mais amostra e água (g); $P4$: peso do picnômetro mais água (g);

O padrão em argilas é de 2,55 a 2,77 g/cm³.

Os resultados encontrados para Densidade Real dos Grãos, Umidade Higroscópica e Atividade Coloidal foram de 2,59 g/cm³, 1,3% e 0,61, respectivamente.

2.1.4 Análise Química

A determinação da composição química das matérias primas foi realizada na Oficina de Microanálise do Laboratório de Engenharia Civil (LECIV-UENF) com equipamento Shimadzu EDX-700.

A Tabela 2 apresenta a composição química da argila utilizada na confecção dos BPQ.

Tabela 2: Composição Química do solo

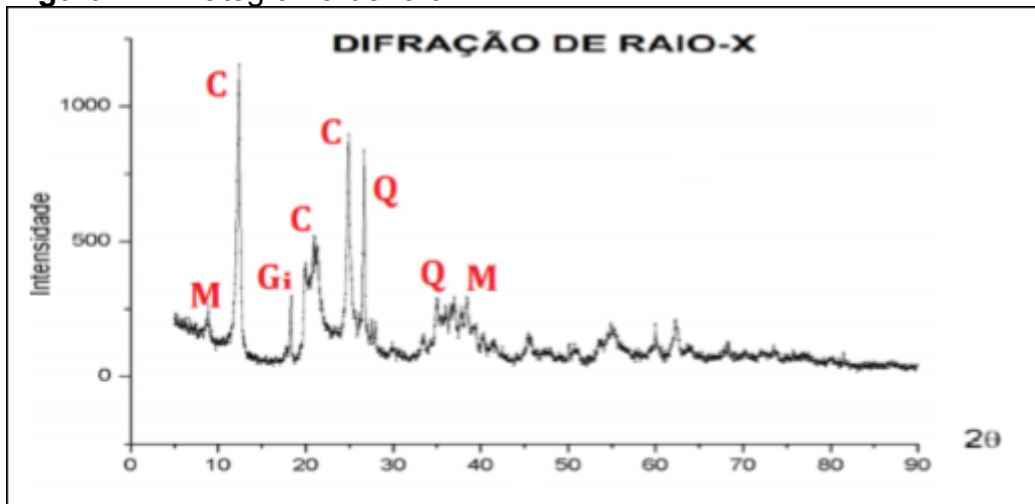
Elemento	Quantidade (%)
SiO ₂	51,80
Al ₂ O ₃	17,60
CaO	10,45
Fe ₂ O ₃	10,33
K ₂ O	5,20
Outros	4,62

Como se verifica, o que é uma característica da região, as argilas são predominantemente constituídas de SiO₂ e Al₂O₃ (68,40%), o que indica o caráter refratário da matéria-prima.

2.1.5 Análise Mineralógica

A determinação da composição mineralógica das matérias primas foi realizada no Laboratório de Materiais Avançados (LAMAV-UENF) utilizando o equipamento de Difração de raios X, Modelo XRD-7000 da marca SHIMADZU.

O resultado da análise da composição mineralógica da argila está apresentado na Figura 2.

Figura 2: Difratoograma de raio-X

A composição mineralógica mostra a presença de picos de Caulinita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), Quartzo (SiO_2), Mica Muscovita ($\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 6\text{SiO}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) e Gibsita ($\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$).

2.2 Confeção do blocos

Após as caracterizações do material, foram confeccionados Blocos Prensados e Queimados (BPQ), em metodologia adaptada de Pedroti (2007), que consiste na moldagem dos blocos cerâmicos por prensagem, sem uso de cimento. Essa etapa foi realizada em parceria com a empresa Arte Cerâmica Sardinha, situada no distrito de São Sebastião, município de Campos dos Goytacazes, RJ.

Os blocos que foram produzidos tem as dimensões nominais de 15 x 30 x 7 cm, prensados em Prensa Eco Master 7000 Turbo.

O processo consiste, então, em triturar para homogeneizar os grãos da argila recebida e dispor em lugares separados. Os materiais triturados passam por um sistema de peneiramento e em seguida são depositados numa caixa dosadora, onde são feitas as composições em massa cerâmica da argila.

Após a composição feita, o solo passa por um misturador para homogeneizar a mistura que receberá também a dosagem de umidade necessária para a etapa seguinte de prensagem. Os BPQs são então dispostos para serem levados à queima, após o que os produtos foram levados para a realização dos diversos ensaios.

A figura 3 apresenta a etapa de prensagem dos blocos



Figura 3: Prensagem dos blocos

2.2.1 Absorção de Água (AA) dos blocos

A absorção de água do material cerâmico queimado é um parâmetro útil na determinação da porosidade aberta e aferir a fundência do material. Segundo Casagrande (2002), pode-se definir absorção da água como o ganho em peso que a peça apresenta quando introduzidas em água em ebulição durante um determinado período de tempo.

Foram realizados ensaios para determinação da absorção de água nos BPQ segundo a norma NBR 15270-3 (2005), no anexo B. Foram escolhidas 13 amostras de BPQ para sofrerem secagem em estufa de temperatura controlada, a uma temperatura de 110°C por período de 24 horas. Em seguida foram realizadas pesagens consecutivas dos blocos e quando não apresentaram variação de massa definiu-se esta como a massa seca (ms). Após resfriarem até a temperatura ambiente os blocos foram pesados e posteriormente imersos em água, à temperatura ambiente, por um período de 24 horas. Depois de secos para retirar o excesso de água foi realizada a pesagem dos blocos em balança de precisão e determinada sua massa úmida (mu).

A figura 4 mostra os blocos imersos em água durante o ensaio de absorção.



Figura 4: Blocos imersos em água

O índice de absorção de água foi então determinado com a utilização da equação aplicando a equação 2:

$$AA = [(mu - mS)/mS] \cdot 100 \quad (2)$$

A média de absorção das 12 amostras ensaiadas foi de 20,84%, essa amostragem teve um desvio padrão de 0,94 e coeficiente de variação de 4,53.

2.2.2 Compressão dos BPQ

Esse é o principal parâmetro de uma unidade para uso como alvenaria estrutural. A resistência característica é estabelecida por meio de ensaios de resistência à compressão individual. A resistência característica foi determinada com relação à área bruta e o ensaio seguiu a NBR 15270-3:2005, a norma define que a resistência deve ser maior ou igual a 3,0 MPa.

Os blocos BPQ foram rompidos à compressão simples uniaxial em prensa servo-hidráulica, com regulagem de velocidade de aplicação de carga e célula de aquisição de dados referentes à força aplicada ao longo do tempo.

Foram ensaiados blocos BPQ cortados ao meio (como os blocos de solo-cimento) e capeados com pasta de cimento, utilizando uma relação água/cimento de 0,3, para se obter regularização das faces.

Na Tabela 3 a seguir estão os valores da resistência média à compressão considerando a área bruta e a área líquida dos blocos, após tratamento estatístico.

Tabela 3: Resistência a compressão média dos blocos

	Área Bruta	Área Líquida
Resistência Média (MPa)	4,13	5,28
Desvio Padrão	0,32	0,41
Coef. de Variação	7,68	

O valor médio obtido de resistência à compressão, tomado com relação à área bruta, é de 4,13 MPa, com um desvio padrão de 0,32, não apresentando nenhum valor inferior a 3,0 MPa, mínimo para ser alvenaria estrutural.

3 CONCLUSÃO

Com os resultados obtidos, é possível observar que é viável a utilização de Blocos Prensados e Queimados na alvenaria estrutural, em pequenas e médias construções, reduzindo o seu custo final.

Agradecimentos

Quando houver Auxílios ou Bolsas provenientes de órgãos de fomento, os autores deverão fazer referência ao nome da instituição financiadora da pesquisa, ao ano e ao número do processo a que se refere o apoio.

Demais casos são opcionais.

REFERÊNCIAS

- 1 ALEXANDRE, J. Análise de Matéria-Prima e Composições de Massa Utilizada em Cerâmicas Vermelhas. Tese de Doutorado em Ciências de Engenharia –

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil. Campos dos Goytacazes, 2000.

- 2 MILLER, C. P. Determinação de parâmetros mecânicos e modelagem numérica em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos da indústria de Campos dos Goytacazes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil. Campos dos Goytacazes, 2008. 161p
- 3 XAVIER, G. C. Resistência, Alterabilidade e Durabilidade de Peças Cerâmicas Vermelhas Incorporadas com Resíduo de Granito. Tese de Doutorado em Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense, UENF. Campos dos Goytacazes, 2006.
- 4 PEDROTI, L. G. Estudo de Conformidades em Relação à ABNT de Blocos Cerâmicos Prensados e Queimados. / Dissertação de Mestrado em Engenharia Civil – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Centro de Ciência e Tecnologia. Laboratório de Engenharia Civil. Campos dos Goytacazes, 2007.
- 5 Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6457 – Amostras de Solo – Preparação para ensaios de compactação e ensaios de caracterização. Rio de Janeiro, 1986.
- 6 Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 7181 – Análise Granulométrica de Solos. Rio de Janeiro, 1984.
- 7 VIEIRA, C. M. F. Caracterização de Argilas de Campos dos Goytacazes Visando à Fabricação de Revestimento Cerâmico Semiporoso. Tese de Doutorado em Engenharia de Materiais – Campos dos Goytacazes – RJ. Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF. 2001.
- 8 Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 6459 – Solo – Determinação do Limite de Liquidez. Rio de Janeiro, 1984.
- 9 Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 7180 – Solo – Determinação do Limite de Plasticidade. Rio de Janeiro, 1984.