



**INFLUÊNCIA DA VELOCIDADE DE APLICAÇÃO DE CARGA NO ENSAIO DE
RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE BLOCOS DE CONCRETO ESTRUTURAL**

**INFLUENCE OF LOAD APPLICATION SPEED IN STRUCTURAL CONCRETE
BLOCKS COMPRESSION RESISTANCE TEST**

Antonio Carlos Vilella Caldeira¹

Vitor Henrique Serradilha²

Alexandre Henrique Mantovan³

Luiz Henrique Ferreira Gonçalves⁴

Pedro Sergio Hortolani Rodrigues⁵

RESUMO: O sistema construtivo de alvenaria estrutural ganha cada vez mais espaço no cenário da construção civil brasileira e conseqüentemente há um aumento no emprego de blocos de concreto, gerando uma necessidade cada vez maior sobre a importância do controle tecnológico desses materiais. Investigando criteriosamente as especificações de ensaio normatizadas, o presente artigo tem por finalidade uma análise experimental da influência do modo de ensaio de blocos de concreto sobre sua resistência mecânica. As amostras foram capeadas com argamassa de cimento e submetidas a ensaio de compressão em prensa hidráulica configurada em duas velocidades distintas. Os resultados mostraram que a velocidade de ensaio influi diretamente, gerando respostas com maior ou menor desvio em relação à média, dependendo da classe do bloco analisado.

¹ Graduando em Engenharia Civil, UNITOLEDO, 2016.

² Graduando em Engenharia Civil, UNITOLEDO, 2016.

³ Graduando em Engenharia Civil, UNITOLEDO, 2016.

⁴ Graduando em Engenharia Civil, UNITOLEDO, 2016.

⁵ Mestre em Engenharia Civil, UNESP, 2008.

Palavras-chave: Bloco de concreto; Capeamento; Alvenaria estrutural; Ensaio de resistência à compressão

ABSTRACT: The structural masonry construction system is gaining more space in the Brazilian civil construction scenario and consequently there is an increase in the use of concrete blocks, generating a growing need on the importance of the technological control of these materials. The purpose of this article is to investigate carefully the standardized test specifications. The purpose of this article is to analyze experimentally the influence of the method of testing concrete blocks on their mechanical strength. The samples were capped with cement mortar and submitted to compression test in a hydraulic press configured at two different speeds. The results showed that the test speed directly influences, generating responses with a greater or lesser deviation from the mean, depending on the class of the block analyzed.

Key words: Concrete block; Capping; Structural masonry; Compressive strength test

1 INTRODUÇÃO

Com o aumento da taxa populacional de pequenas e grandes cidades, o setor da construção civil encontra-se em constante crescimento. A necessidade de construir cada vez mais rápido, atentando-se aos aspectos ambientais e socioeconômicos, torna indispensável a busca por novas técnicas e materiais para suprir as demandas desse mercado em expansão. A alvenaria estrutural, sistema construtivo que utiliza paredes de blocos estruturais em vez de vigas, pilares e lajes de concreto armado, tem se mostrado uma alternativa eficaz nesse sentido.

No Brasil, estudos sobre o tema ainda são escassos se comparado ao grande potencial que o sistema possui. Dados do Censo Demográfico (IBGE, 2010) apontam o Brasil possui um déficit habitacional de 6.490 milhões de unidades, o que corresponde a 12,1% do total de domicílios no país. Diante dessa realidade, o governo busca promover programas sociais habitacionais, financiando a construção de casas populares para famílias

de baixa renda. Tais construções demandam agilidade no processo, e exigem que o custo seja baixo, características encontradas na alvenaria estrutural.

1.1 ALVENARIA

A alvenaria é um dos métodos construtivos mais antigos da humanidade. Segundo Silva e Camacho (2012), alvenaria é o elemento construtivo representado pela superposição de pedras ou outros materiais, naturais ou artificiais, ligados entre si de maneira estável, utilizando ou não de juntas de argamassa, em fiadas horizontais ou camadas parecidas que se repetem sobrepondo umas às outras. Com o advento da agricultura, o homem deixou de ser nômade, e passou a construir abrigos empilhando pedras que encontrava. Mais tarde com o surgimento das primeiras ferramentas rudimentares, as pedras passaram a ser mais bem trabalhadas, e o barro passou a ser utilizado para o assentamento, conferindo maior estabilidade.

Tijolos cerâmicos são feitos há pelo menos 10 mil anos, talvez 12 mil. Tijolos secos ao Sol eram utilizados na babilônia, Egito, Espanha, América do Sul sudoeste norte-americano e outros lugares (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2013). Desde então, com a criação de novas técnicas e descoberta de materiais, a produção de blocos evoluiu muito em termo de quantidade e qualidade. Em meados do século 19 surgiram os primeiros blocos de concreto maciços, e posteriormente blocos vazados. Visando maiores resistências e possibilidade de construir vãos maiores, o concreto armado começou a ser utilizado e desenvolvido no final do século 19. Com isso, a alvenaria que antes desempenhava função estrutural, passou a ser utilizada para vedação, sobre estruturas compostas por vigas, pilares e lajes de concreto armado.

1.2 ALVENARIAS DE VEDAÇÃO

A alvenaria de vedação tem a função de separar o ambiente externo do ambiente interno de uma edificação, bem como separar seus ambientes internos entre si. Não desempenham nenhuma função estrutural. Essa função fica a cargo dos pilares e vigas de

concreto armado, ou mesmo de blocos estruturais armados, que resistem aos esforços de compressão e tração aos quais a estrutura é submetida.

Os blocos podem ser cerâmicos ou de concreto. Segundo a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (2005), pela sua NBR 15270-1, blocos destinados a alvenaria de vedação devem ter resistência a compressão mínima de 1,5 MPa para furos na horizontal, e 3,0 MPa para furos na vertical. Já a ABNT (2014), pela NBR 6136, que é a norma para blocos vazados de concreto simples para alvenaria sem função estrutural, estabelece-se a resistência a compressão mínima de 2,0 MPa.

1.3 ALVENARIA ESTRUTURAL

Recebe o nome de alvenaria estrutural o processo construtivo onde os elementos que desempenham função estrutural são de alvenaria. Nele, todas as cargas verticais e horizontais são transferidas para a fundação através das paredes de alvenaria. Por se utilizar de elementos de concreto pré-moldado ao contrário de produzir as estruturas com concreto fresco *in loco*, o sistema permite reduzir consideravelmente o tempo de execução da obra. Diferente do processo convencional utilizando alvenaria de vedação, onde a mesma é quebrada para embutimento de eletrodutos e tubulações, a alvenaria estrutural permite que elementos hidráulicos e elétricos sejam instalados por dentro dos furos dos blocos, ou através de blocos produzidos especificamente para essas finalidades. Essa característica torna a alvenaria estrutural um processo mais racional e econômico, reduzindo o desperdício de materiais.

A NBR 15270-2 (ABNT, 2005) para blocos e elementos cerâmicos com função estrutural, estabelece resistência a compressão mínima de 3,0 MPa para blocos cerâmicos. A NBR 6136 (ABNT, 2014) para blocos de concreto vazados para alvenaria estrutural, estabelece resistência mínima de 4,5 MPa, dependendo da classe.

As significativas melhorias nos materiais e o avanço nas tecnologias de produção de blocos, nos métodos de cálculo e nas técnicas construtivas muito contribuíram para que a alvenaria estrutural seja hoje reconhecida como uma solução economicamente eficiente para a construção contemporânea de edifícios (PARSEKIAN; HAMID; DRYSDALE, 2013).

1.4 PROBLEMAS DE PESQUISA

Segundo Silva e Camacho (2012), em países onde há padronização da produção de blocos, é possível determinar a resistência de uma parede a partir das informações sobre qual material será usado. No Brasil, por haver variação nas características nas unidades de um fabricante para outro, nota-se diferenças significativas nos resultados entre trabalhos de diferentes autores. Portanto, faz-se indispensável o estudo e aperfeiçoamento de métodos de ensaio de compressão desses blocos, minimizando a interferência de agentes como material de capeamento, ou configuração da prensa. De acordo com Hendry (1998), é comprovado que fatores como espessura da junta de argamassa, geometria da unidade, resistência da unidade e deformação característica da argamassa influenciam no resultado final.

Assim, surge a necessidade de uma constante revisão das técnicas padronizadas para os ensaios, no intuito de aperfeiçoar ainda mais o controle tecnológico da alvenaria estrutural.

Mesmo com a considerável quantidade de ensaios e estudos sobre a resistência à compressão, a área ainda carece de estudos demonstrando a influência da velocidade com que o carregamento é aplicado na unidade ensaiada.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é analisar a influência da velocidade de aplicação de carga no ensaio de resistência à compressão de blocos de concreto estrutural.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa experimental iniciou-se com a separação de três lotes de blocos de concreto estrutural (A, B e C) compostos por 20 blocos de dimensões 14x19x29 cm. Vale ressaltar que o lotes utilizados provém da mesma fábrica.

O lote A é composto por blocos de 10 MPa, O lote B por blocos de 6 MPa, e o lote C por blocos de 3 Mpa, todos com idade de 28 dias. Suas faces foram regularizadas e

capeadas com argamassa de cimento, traço 1:4 (Figura 1). Foi utilizada uma máquina de ensaios de compressão marca/modelo EMIC SSH300 classe I, devidamente calibrada, configurada em duas velocidades diferentes (0,5MPa/s e 0,15MPa/s). Metade das amostras de cada lote foram ensaiadas para uma velocidade e conseqüentemente metade para outra velocidade. A Figura 2 ilustra o ensaio de uma amostra em andamento.



Figura 1 - Blocos em processo de capeamento



Figura 2 – Ensaio de uma amostra sendo realizado

3.1 PREPARAÇÃO DAS AMOSTRAS

Os corpos de prova foram qualificados para o ensaio com base na ABNT (2014), pela NBR 6136, que exige amostras com aspecto homogêneo, compacto, de arestas vivas e livre de trincas e imperfeições, que possam prejudicar o seu assentamento ou afetar a resistência e a durabilidade da construção, não sendo permitida qualquer pintura que os oculte.

Segundo Scanduzzi e Andriolo (1986), para a execução do ensaio de compressão axial dos blocos de concreto, é necessário que as superfícies onde se aplicam as cargas sejam planas, paralelas e lisas, de modo que o carregamento seja uniforme. Devido a isso, o capeamento se faz indispensável.

As superfícies foram retificadas utilizando um martelo, com leve aplicação de força, eliminando imperfeições como fragmentos de brita. Em seguida, sobre um balcão plano e estável, as amostras foram capeadas com argamassa de cimento Portland, traço 1:4. Para o perfeito desmolde, foi aplicada uma película de óleo diesel no balcão.

A escolha da argamassa como material de capeamento se deu através da análise de trabalhos realizados por outros autores. Segundo Marco, Marco, Reginatto e Jacoski (2003), que após analisarem a influência de três formas de capeamento no resultado de ensaios de resistência a compressão, concluíram que a argamassa de cimento Portland é a que confere um menor desvio padrão aos resultados dentro de um lote.

A argamassa foi produzida utilizando Cimento ARI 32 MPa e areia grossa, respeitando o traço já estabelecido. Foi adicionada água até a obtenção de uma consistência pastosa. A espessura média do capeamento foi controlada em 3mm, conforme especificações mínimas estabelecidas na NBR 6136 (ABNT, 2014).

Foram moldados 6 corpos de prova cilíndricos de argamassa de acordo com a NBR 13279 (ABNT, 20055), conforme podemos observar na Figura 3.

Os ensaios foram realizados 21 dias após realizado o capeamento das amostras.



Figura 3 - Corpos de prova moldados

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência média obtida no ensaio dos corpos-de-prova de argamassa foi de 17,5Mpa, resultado positivo pelo fato da necessidade da argamassa possuir um valor igual ou superior da resistência dos blocos, de maneira a não influenciar nos resultados.

As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam os resultados o ensaio de compressão das amostras separados por lotes e segundo as velocidades estabelecidas.

Tabela 1 - Resultados do ensaio de resistência à compressão – LOTE A

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) LOTE A										
AMOSTRA	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10
VELOCIDADE (MPa/s)										
0.05	21,85	16,27	18,7	18,9	17,2	17,25	21,04	21,74	19,58	21,26
0.15	22,04	20,07	16,65	14,93	18,66	14,27	17,25	16,95	19,8	19,47
Blocos de concreto 14x19x29cm - Idade 28 dias										

Tabela 2 - Resultados do ensaio de resistência à compressão - LOTE B

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) LOTE B										
AMOSTRA	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10
VELOCIDADE (MPa/s)										
0.05	11,8	13,6	13,83	15,99	14,13	11,83	13,39	16,07	14,85	16,31
0.15	13,62	14,9	13,18	15,22	13,97	14,04	17,53	13,66	13,11	15,45
Blocos de concreto 14x19x29cm - Idade 28 dias										

Tabela 3 - Resultados do ensaio de resistência à compressão - LOTE C

RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO (MPa) LOTE C										
AMOSTRA	CP1	CP2	CP3	CP4	CP5	CP6	CP7	CP8	CP9	CP10
VELOCIDADE (MPa/s)										
0.05	10,95	10,89	10,46	10,12	10,01	10,09	9,34	10,34	9,11	9,6
0.15	10,55	9,77	10,99	11,32	9,94	10,5	9,47	10,51	10,75	8,45
Blocos de concreto 14x19x29cm - Idade 28 dias										

O Gráfico 1 apresenta o desvio padrão de resultados por lote e velocidade ensaiados e o Gráfico 2 mostra o coeficiente de variação dos resultados.

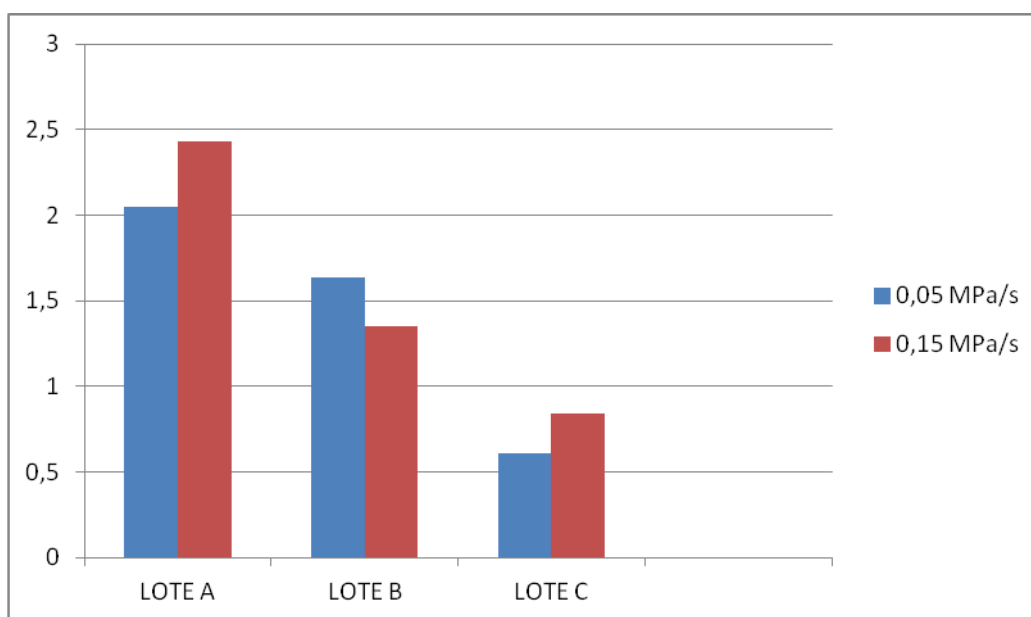


Gráfico 1 - Desvio padrão de resultados por lote, em cada velocidade analisada.

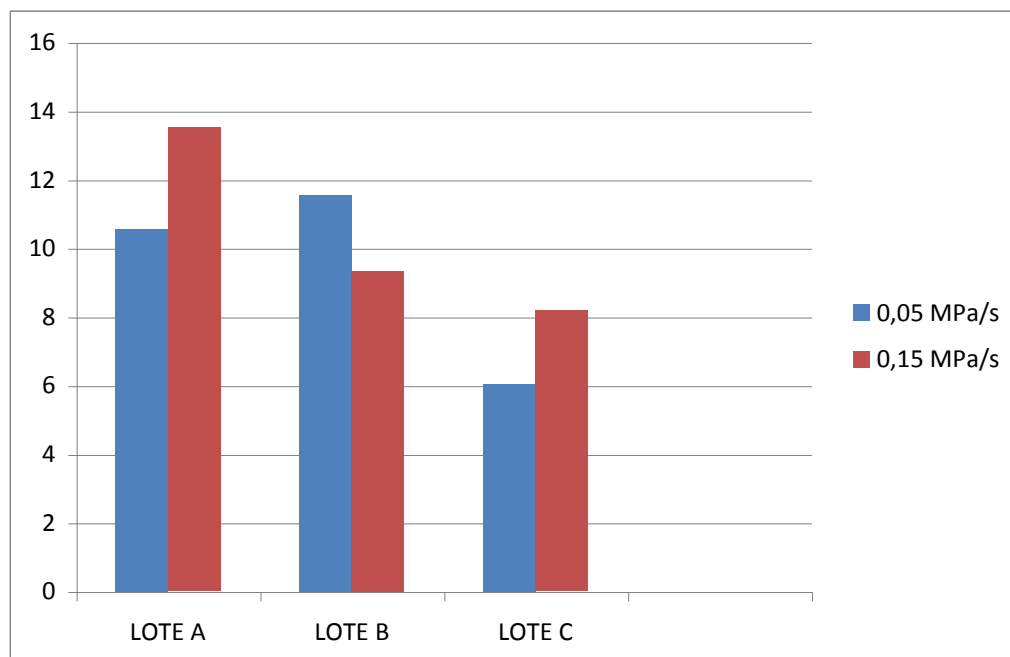


Gráfico 2 - Coeficiente de variação dos resultados obtidos por lote, em cada velocidade analisada.

Observa-se que para a velocidade de 0,05MPa/s, o lote que obteve menor desvio padrão foi o C, correspondente a blocos de 3MPa. Para a velocidade de 0,15MPa/s, também obteve-se menor desvio padrão no lote C.

Principalmente extrai-se que em todos os lotes ensaiados, nas duas velocidades analisadas, o desvio padrão é bem similar, sinalizando a possibilidade de executar o ensaio em velocidades diferentes do que está estabelecido pela NBR 12118 (ABNT, 2011), onde todos os blocos, independentemente de sua classe ou fck, devem ser ensaiados em 0,05MPa/s.

O coeficiente de variação dos resultados de compressão também foram menores para o lote C e uma ordem de grandeza similar deste mesmo coeficiente para as duas velocidades ensaiadas.

5 CONCLUSÕES

A partir da premissa que o principal resultado dos lotes ensaiados foi que, as diferentes velocidades aplicadas não influenciaram significativamente nos resultados obtidos de desvio padrão e coeficiente de variação, há a necessidade de realizar-se novos estudos para validar esta teoria. Apenas com um maior número de amostras por lote e ensaiando em mais tipos de velocidades poderemos confirmar com mais confiança a validade desses resultados.

A comprovação da não influência da velocidade de aplicação de carga pode contribuir com uma maior produtividade dentro de um laboratório, tornando os ensaios mais rápidos.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 6136:2014**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2014. 9p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 12118:2011**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2011. 13p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 13279:2005**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos - Determinação da resistência à tração na flexão e à compressão. Rio de Janeiro, 2005. 9p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-1:2005**: Componentes cerâmicos parte 1: Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 15270-2:2005**: Componentes cerâmicos parte 2: Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural – Terminologia e requisitos. Rio de Janeiro, 2005. 11p.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA IBGE. **Censo 2010**. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 29 jul. 2016.
- HENDRY, A.W. **Structural masonry**. 2. ed. Hong Kong: Macmillan Press Ltd,1998.
- MARCO, F. F., REGINATTO, G. M., JACOSKI, C. A. **Estudo comparativo entre capeamento de neoprene, enxofre e pasta de cimento para corpos-de-prova cilíndricos de concreto**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, IBRACON, 45. Vitória, 2003.

PARSEKIAN, G. A.; HAMID, A. A.; DRYSDALE, R. G. **Comportamento e Dimensionamento de Alvenaria Estrutural**. São Carlos: EdUFSCar, 2012.

SCANDIUZZI, Luercio; ANDRIOLO, Francisco Rodrigues. **Concreto e seus materiais: propriedades e ensaios**. Pini, 1986.

SILVA, Rodrigo Francisco da; CAMACHO, Jefferson Sidney; RODRIGUES, Rogério de Oliveira. **Alvenaria estrutural de blocos de concreto: forma dos corpos de prova e resistência à compressão**. Caderno Técnico Alvenaria Estrutural, v. 41, p. 2, 2012.

SCANDIUZZI, Luercio; ANDRIOLO, Francisco Rodrigues. **Concreto e seus materiais: propriedades e ensaios**. Pini, 1986.