

# ANÁLISE DA INFLUÊNCIA DO PADRÃO DE ASSENTAMENTO EM PRISMAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL SUBMETIDOS À COMPRESSÃO\*

Thuany Espírito Santo de Lima<sup>1</sup>

Valber Domingos Pinheiro<sup>1</sup>

Jonas Alexandre<sup>2</sup>

Afonso Rangel Garcez de Azevedo<sup>3</sup>

Markssuel Teixeira Marvila<sup>4</sup>

Euzébio Bernabé Zanelato<sup>5</sup>

Sérgio Neves Monteiro<sup>6</sup>

## Resumo

A alvenaria estrutural é uma das alternativas construtivas mais empregadas no Brasil, devido a redução do custo e a rapidez de execução. Neste sistema, a parede, que é formada por blocos unidos por argamassa de assentamento, desempenha a função de estrutura da construção. No processo construtivo, o tipo de assentamento pode ser determinante na produção e no rendimento da obra. Dois tipos são recomendados, o argamassamento total e o parcial, onde a argamassa é colocada somente nos septos longitudinais do bloco. Este trabalho tem como objetivo avaliar a influência do padrão de argamassamento em prismas de blocos de concreto, observando as resistências à compressão apresentadas e seus respectivos modos de ruptura. Conclui-se que o argamassamento parcial apresenta menor resistência à compressão do que o argamassamento total e ruptura por separação do bloco, enquanto o outro tem ruptura por fatores combinados.

**Palavras-chave:** Alvenaria estrutural; Argamassamento; Prisma; Ruptura.

## ANALYSIS OF THE INFLUENCE OF THE MORTAR BEDDING TYPE IN STRUCTURAL MASONRY PRISMS SUBJECTED TO COMPRESSION

### Abstract

Structural masonry is one of the most constructive alternatives employed in Brazil, due to the reduction of cost and the speed of execution. In this system, the wall, which is formed by blocks joined with mortar, acts as structure function. For such construction process, the mortar bedding type can be decisive in the production and the yield of the work. Two types are recommended, full bedding, covering net área for unit and face shell bedding, where the mortar is placed only in the face shell area of the block. This work aims to evaluate the effect of the mortar bedding type on concrete masonry prisms, observing the compressive strengths and their respective rupture modes. It is concluded that the face shell bedding presents less compressive strength than the full bedding and rupture by separation of the block, while the other type has rupture by combined factors.

**Keywords:** Structural Masonry; Mortar bedding type; Prism; Rupture.

<sup>1</sup> Engenheira Civil, mestre(a) em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>2</sup> Engenheiro Civil, doutor em Ciências de Engenharia, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>3</sup> Engenheiro Civil, doutor em Estruturas, TER, Universidade Federal Fluminense, Niterói, RJ, Brasil.

<sup>4</sup> Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

<sup>5</sup> Engenheiro Civil, mestre em Estruturas, LECIV, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil.

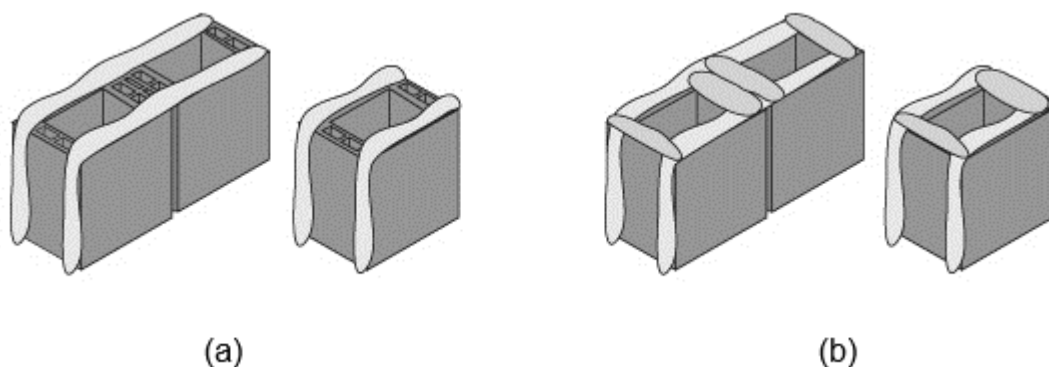
<sup>6</sup> Engenheiro de Metalurgia e Materiais, doutor em Ciência dos Materiais, IME, Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, RJ, Brasil.

## 1 INTRODUÇÃO

A alvenaria é um material compósito e complexo obtido por meio da superposição de blocos, unidos por junta de argamassa. As unidades são moduladas de maneira que as paredes sejam amarradas umas às outras, sem a necessidade de quebra de blocos para adaptação. Além de ser um método racional de utilização dos materiais, é de mais rápida execução, devido principalmente, à inexistência de vigas e pilares. Ao realizar um projeto nesse sistema, o projetista estima a resistência do bloco e conseqüentemente da parede para suportar as cargas da estrutura. Para isso são necessárias as características físicas e mecânicas dos materiais componentes.

Além das características dos materiais, vários fatores possuem interferência no comportamento estrutural da alvenaria, como as qualidades de acabamento e de mão-de-obra, condições de cura, a espessura da junta e o padrão de argamassamento. Este último pode ser determinante na produção e no rendimento da obra. O argamassamento parcial nas juntas horizontais tem se tornado uma opção muito utilizada, já que agiliza o processo de execução. Por isso, os efeitos do tipo de argamassamento na distribuição de tensões, fissuração e ruptura da alvenaria devem ser estudados, justificando esse trabalho.

Dois tipos de assentamentos das unidades são usados, de forma relevante e normatizada: argamassamento parcial e argamassamento total. O argamassamento parcial consiste em executar a junta horizontal com argamassa apenas nos septos longitudinais dos blocos. Por outro lado, no argamassamento total, a argamassa é colocada em todos os septos dos blocos, incluindo os septos transversais, como visto na figura (Figura 1).



**Figura 1.** Argamassamento do bloco: (a) parcial e (b) total.

Nesse sentido, este trabalho tem o objetivo de avaliar a influência do padrão de argamassamento em prismas de blocos de concreto, observando as resistências à compressão apresentadas e seus respectivos modos de ruptura.

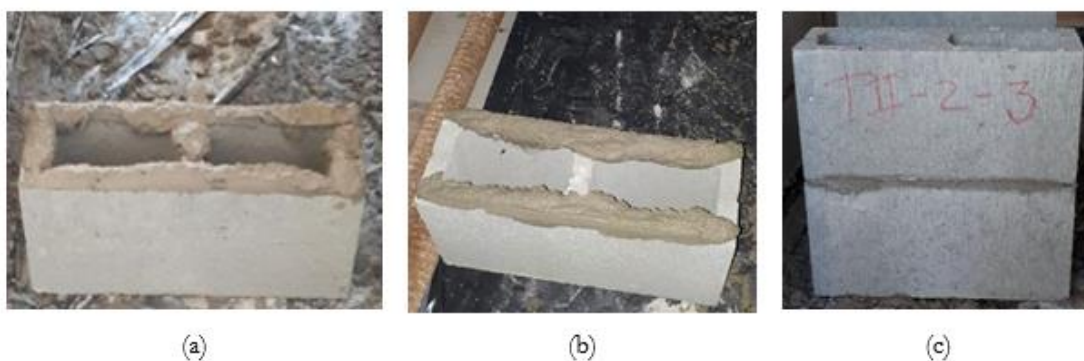
## 2 DESENVOLVIMENTO

### 2.1 Materiais e Métodos

O material utilizado nesse estudo é constituído de blocos de concreto vazado fabricados no município de Campos dos Goytacazes/RJ. Com dimensões de (14 x 19 x 39) cm (espessura x altura x comprimento), absorção de água de 6,32%, teor de umidade de 12,34% e resistência característica à compressão de 6,01 MPa

referido a área bruta e de 12,77 referido à área líquida. A argamassa de assentamento utilizada possui traço em volume de (1:1:6), representando respectivamente cimento:cal:areia. A argamassa foi produzida com cimento Portland CII E-40 com densidade de  $2,97 \text{ g/cm}^3$ , finura de 4,00%, e 28º dia de resistência à compressão de 45,3 MPa, cal hidratada CH-III com densidade de  $2,31 \text{ g/cm}^3$  e areia lavada do Rio Paraíba do Sul, Campos dos Goytacazes/RJ, com módulo de finura de 2,04, tamanho máximo de 2,4 mm, peso específico a granel de  $2,61 \text{ g/cm}^3$ . A relação água/cimento foi de 1,26 mantendo o espalhamento da argamassa na faixa de  $(260 \pm 5) \text{ mm}$ , atingindo uma resistência à compressão de 5,72 MPa.

A avaliação da estrutura foi realizada pelo ensaio de resistência à compressão dos prismas de alvenaria, conforme recomendação da [2]. Seis prismas para cada padrão de argamassamento (parcial e total) foram confeccionados, totalizando 12 prismas produzidos, com espessura da junta de argamassa de  $(10 \pm 3) \text{ mm}$ . Os prismas permaneceram em cura em local livre de intempérie e imóveis por 28 dias. As etapas de produção dos prismas estão mostradas na Figura 2. O ensaio de resistência à compressão dos prismas foi realizado no sistema servohidráulico MTS com capacidade de 500 kN, a uma taxa de 0,05 MPa/s, localizado no laboratório de estruturas de engenharia civil da UENF.



**Figura 2.** Confeção dos prismas: (a) argamassamento total, (b) argamassamento parcial e (c) prisma confeccionado.

## 2.2 Resultados e Discussões

São apresentados os resultados dos ensaios de resistência à compressão dos prismas na tabela abaixo (Tabela 1).

**Tabela 1.** Resultados da resistência à compressão dos prismas

Padrão de Assentamento	Resistência característica à compressão dos prismas ( $f_{pm}$ ) (MPa)	Desvio Padrão (Sd) (MPa)	CV (%)	Eficiência prisma/bloco ( $\eta$ )	Normalização
Total	3,36	0,16	4,76	0,56	1
Parcial	2,98	0,11	3,69	0,50	0,887

Analisando os resultados, verifica-se que os prismas com argamassamento parcial apresentaram, aproximadamente, 11% menos resistência que os prismas com

argamassamento total. A razão entre as resistências no argamassamento parcial e no argamassamento total foi de aproximadamente 0,89, o que confere com o trabalho realizado por [3]. Em relação a eficiência prisma/bloco, admite-se uma eficiência prisma/bloco numa faixa de 0,5 a 0,9 para blocos de concreto no Brasil, segundo [1]. Nesse estudo, verificou-se que os prismas com argamassamento total possuem eficiência um pouco maior que os prismas parcialmente argamassados, com valores entre 0,5 e 0,6, portanto, adequados.

Sobre o modo de ruptura da alvenaria, este normalmente é atribuído a dois motivos, tração no bloco ou esmagamento da argamassa. [4], [5] e [6] analisaram o modo de ruptura em prismas de blocos de concreto não grauteados e encontraram separação entre todas as faces da unidade de alvenaria. Quando o prisma é submetido à carga compressiva axial, a argamassa tende a se expandir lateralmente mais do que o bloco. Na interface bloco/argamassa a aderência impede as tensões laterais diferenciais entre os componentes, causando tensões laterais de tração nos blocos e tensões laterais de compressão na junta de argamassa. Surgem assim fissuras verticais, paralelas à direção do carregamento na espessura dos prismas, como explicado pelo modelo de Hilsdorf em [7].

Segundo [6], a aderência na interface bloco/argamassa é, também, responsável pela igualdade de deformações e pelas condições complexas de tensões na interface entre os componentes, resultando no confinamento da argamassa. [8] observaram que quando a argamassa é muito mais deformável do que os blocos, o modo de ruptura dos prismas sob compressão é caracterizado por esmagamento localizado da argamassa.



**Figura 3.** Modo de ruptura dos prismas com argamassamento parcial.

Como visto na figura (Figura 3), os prismas com argamassamento parcial apresentaram ruptura por separação transversal do bloco devido às tensões laterais de tração no bloco, perceptível pelas fissuras apresentadas nas laterais do bloco, entretanto também apresentou fissura vertical paralela ao carregamento na face frontal. Este modo de ruptura também foi observado por [5] e [8] em seus trabalhos.





Figura 4. Modo de ruptura dos prismas com argamassamento total.

Nos prismas com argamassamento total (Figura 4) nota-se a fragmentação de alguns trechos do bloco e a presença de fissuras verticais paralelas à direção do carregamento, concentradas nas regiões de interseção entre os septos longitudinais e transversais dos blocos. Atribui-se a esta ruptura o efeito das tensões laterais de tração no bloco em conjunto com a perda de capacidade da argamassa.

### 3 CONCLUSÃO

Conforme mostraram os ensaios realizados, o efeito do tipo de assentamento é influenciador na resistência à compressão, sendo os prismas com argamassamento total mais resistentes e eficientes que os prismas com argamassamento parcial.

A ruptura dos prismas com argamassamento parcial se caracterizou pela separação transversal do bloco devido às tensões laterais de tração no bloco, perceptível pelas fissuras apresentadas nas na espessura do prisma. Os prismas com argamassamento total tem a ruptura causada pelo efeito de tensões laterais de tração no bloco em conjunto com a perda de capacidade da argamassa, evidenciado pela fragmentação de trechos do bloco e a presença de fissuras verticais concentradas nas regiões de interseção entre os septos longitudinais e transversais dos blocos.

Diante disso, necessita-se estabelecer nas normativas técnicas uma obrigatoriedade de escolha do padrão de argamassamento ainda na fase de projeto, visto que o tipo de assentamento dos blocos influi na distribuição de cargas do sistema e no comportamento do conjunto monolítico.

### Agradecimentos

Em especial às instituições de fomento à pesquisa brasileiras: CNPq, CAPES e FAPERJ pelo apoio fornecido para este estudo.

### REFERÊNCIAS

- 1 RAMALHO, M. A.; CÔRREA, M. R. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. 1ª Ed. São Paulo: Pini; 2003.

- 2 ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Alvenaria estrutural – Blocos de concreto. Parte 2: Execução e controle de obras: NBR 15961-2. Rio de Janeiro, 2011.
- 3 NACUS, C. J. Comparison of fully bedded and face-shell bedded concrete block, Report CE-495, Colorado State University, Nov., 1980.
- 4 KHALAF, F. M. Factors influencing compressive strength of concrete masonry prism, Mag. Concr. Res. 48, 175, 1996.
- 5 MARTINS, R. O. G., NALON, G. H., ALVARENGA, R. C. S. S., PEDROTI, L. G., RIBEIRO, J. C. L. Influence of blocks and grout on compressive strength and stiffness of concrete masonry prisms, Constr. Build. Mater. 182, pp. 233-241, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.112>.
- 6 MOHAMAD, G., LOURENÇO, P. B., ROMAN, H. R. Mechanics of hollow concrete block masonry prism under compression: Review and projects, Cement and Concrete Composites. 29 pp. 181-192, 2007.
- 7 HILSDORF, H. K. An investigation into the failure mechanism of brick masonry loaded in axial compression, Designing, Engineering and Construction with Masonry Products, pp. 34–41, 1969.
- 8 SANTOS, C. F. R., ALVARENGA, R. C. S. S., RIBEIRO, J. C. L., CASTRO, L. O., SILVA, R. M., SANTOS, A. A. R., NALON, G. H. Numerical and experimental evaluation of masonry prisms by finite element method, IBRACON Struct. Mater. J. 10, pp. 493–508, 2017. <https://doi.org/10.1590/s1983-41952017000200010>.
- 9 ROMAGNA, R. H. Resistência à compressão de prismas de blocos de concreto grauteados e não-grauteados. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.
- 10 MOHAMAD, G., FONSECA, F. S., VERMELTFOORT, T., MARTENS, D. R. W. , LOURENÇO, P. B. Strength, behavior, and failure mode of hollow concrete masonry constructed with mortars of different strengths, Constr. Build. Mater. 134, pp. 489–496, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2016.12.112>.
- 11 CAMACHO, J. S., LOGULLO, B. G., PARSEKIAN, G. A., SOUDAIS, P. R. N. The influence of grouting and reinforcement ratio in the concrete block masonry compressive behavior, IBRACON Struct. Mater. J. 8, pp. 353–364, 2015. <https://doi.org/10.1590/S1983-41952015000300006>.