

ANÁLISE EXPERIMENTAL DA INFLUÊNCIA DA ESPESSURA DA ARGAMASSA DE ASSENTAMENTO NO DESEMPENHO MECÂNICO DE PRISMAS DE BLOCOS DE CONCRETO

EXPERIMENTAL ANALYSIS OF INFLUENCE OF THE THICKNESS OF THE MORTAR-LAYING ON MECHANICAL PERFORMANCE OF CONCRETE PRISMS

VICENTE, Gabriel dos Santos

Aluno de Graduação em Engenharia Civil, UFV
gabriel dossantosvicente@hotmail.com

SANTOS, White José dos

Professor Mestre, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, UFMG e doutorando em Engenharia Civil, UFV
white.santos@demc.ufmg.br

BRANCO, Luiz Antonio Melgaço Nunes

Professor Doutor, Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, UFMG
luizmelgao@ufmg.br

BARBOSA, Ricardo Antônio

Aluno de Mestrado em Construção Civil, UFMG
richardufmg@hotmail.com

Resumo

A alvenaria estrutural traz um conjunto de vantagens técnicas e econômicas à indústria da construção civil, devido a ampliação da sua função de exclusivamente vedação para suporte da edificação, sendo cada vez mais resistente e eficiente. Além disso, tem-se

a simplificação das técnicas construtivas o que permite maior rapidez de execução e reduz a diversidade de mão de obra especializada. Entretanto, muito ainda deve ser estudado para um melhor aproveitamento deste sistema construtivo. Este trabalho apresenta ensaios experimentais com o objetivo de verificar como a variação da espessura da camada de argamassa de assentamento pode influenciar na resistência de prismas de blocos de concreto estruturais e por conseguinte na resistência de paredes de alvenaria. Com os resultados dos ensaios à compressão dos prismas, conseguiu-se constatar a influência notável da espessura da junta e se verificar que a espessura proposta pelas normas brasileiras de alvenaria estrutural são adequadas e prudentes.

Palavras-chave: Alvenaria estrutural, Prisma, Bloco de concreto, Argamassa.

Abstract

Structural masonry brings a set of technical and economic advantages to the construction industry, due to expansion of its role exclusively for sealing to building support, being increasingly resistant and efficient. In addition, there is a simplification of construction techniques which allows greater speed of execution and reduces the diversity of specialized labor. However, much still must be studied for a better use of this constructive system. This paper shows experimental tests in order to check how variation of the thickness of the layer of mortar of settlement can influence the strength of structural concrete block prisms and therefore the strength of masonry. With the results of tests to compression of prisms, note the remarkable influence of the thickness of gasket and if it finds that the proposal by Brazilian Standards thickness of structural masonry are appropriate and prudent.

Key-word: Structural masonry, Prism, Concrete block, Mortar.

INTRODUÇÃO

Um dos principais processos de construção utilizados até o final do século XIX era a alvenaria. Diversas construções eram erguidas com o emprego de blocos de pedra e argila, utilizando-se procedimento construtivos puramente empíricos e limitados os conhecimentos técnicos da época, (CAMACHO, 2006).

Embora seja utilizado há séculos pelo homem, este processo teve seu desenvolvimento enquanto sistema estrutural potencializado apenas no final da década de 60, quando o mercado viu a necessidade de buscar por técnicas alternativas de construção (LIMA, 2010). Grande número de pesquisas vem sendo desenvolvidas em muito países permitindo a criação de normas e critérios de cálculo baseados em métodos racionalizados.

Com a ampliação da função da alvenaria de exclusivamente vedação para também suporte da edificação, vemos a princípio uma grande vantagem econômica. Entretanto, segundo RAMALHO e CORRÊA (2003), a alvenaria, nesse caso, precisa ter sua resistência perfeitamente controlada, de forma a se garantir a segurança da edificação. Essa necessidade demanda a utilização de materiais com maior controle e também uma execução mais cuidadosa em relação à alvenaria de vedação.

Composta pela junção de blocos com argamassa de assentamento em juntas horizontais e verticais, a resistência à compressão de uma parede de alvenaria estrutural é influenciada principalmente pela resistência à compressão do bloco estrutural. Porém as características de resistência à compressão, espessura e aderência da argamassa também exercem influência nos resultados do conjunto (LIMA, 2010).

RAMALHO e CORRÊA (2003) destacam a espessura da junta horizontal de argamassa como fator que influencia na resistência à compressão das paredes. Estudos comprovam que a resistência da parede decresce com o aumento da espessura da junta horizontal, porque diminui o confinamento da argamassa, que é exatamente o torna a argamassa pouco suscetível à ruptura (a cada aumento de 0,3 cm na espessura se redução de 15% na resistência da parede) (SAHLIN, 1971 *apud* IZQUIERDO, 2011).

De acordo com SABBATINI (1994) *apud* JUSTE (2001), o aumento da espessura das juntas provoca maior deformação na argamassa, aumentando assim o diferencial de deformação em relação ao bloco. O autor acredita que este diferencial pode ser o responsável pelo acréscimo de tensões no bloco, ocasionando redução na resistência da alvenaria.

A normas brasileiras que tratam sobre alvenaria estrutural com utilização de blocos de concreto, ABNT NBR 15961-1 (2011) e ABNT NBR 15961-2 (2011) especificam que a junta horizontal entre blocos deve ser igual a 10 mm e a variação máxima da espessura deve ser de ± 3 mm.

Dessa forma, devido ao papel fundamental da argamassa de assentamento na ligação entre blocos de concreto, justifica-se um estudo para entender como a espessura pode influenciar na resistência da alvenaria, verificando-se assim as recomendações existentes na literatura. Essa variável será observada através da análise experimental (variando-se a espessura da argamassa de assentamento em 5 mm, 10 mm e 15 mm) de prismas de alvenaria estrutural com blocos de concreto.

PROGRAMA EXPERIMENTAL

A seguir é apresentado o planejamento experimental e a forma de análise dos materiais envolvidos na confecção e ensaios de prismas de concreto.

CARACTERIZAÇÃO DAS UNIDADES

Todos os blocos de concreto vazados estruturais utilizados para a confecção dos prismas são provenientes de um mesmo lote, classe B (f_{bk} de 4,5 MPa), e apresentam dimensões nominais de 140 mm de largura, 190 mm de altura e 390 mm de comprimento. Realizou-se a medição do comprimento, largura e altura de todos os blocos, e as dimensões encontram-se de acordo as tolerâncias permitidas pela ABNT NBR 6136 (2007).

Foram selecionados quatro blocos de concreto do lote de blocos utilizados para os prismas e realizou sobre eles o capeamento. Com estes blocos foram realizados ensaios de resistência à compressão. Os blocos foram ensaiados até ocorrer a ruptura (Figura 1). Seguindo as orientações da ABNT NBR 12118 (2013), a resistência à compressão de cada bloco foi obtida dividindo-se a força de ruptura pela área da face de aplicação da carga (área bruta do bloco).

Os blocos de concreto apresentaram resistência média à compressão de $7,8 \pm 0,1$ MPa, demonstrando que atingiram resistências bem superiores ao fbk especificado para este bloco, demonstrando uma falta de eficiência na dosagem destes elementos, contudo atende aos padrões



Figura 1 –Ensaio para determinação da resistência dos blocos de concreto.

ARGAMASSA

Para a confecção dos prismas utilizou-se argamassa mista, composta por cimento, cal hidratada e areia, a fim de se obter uma argamassa que apresentasse boa trabalhabilidade, capacidade de retenção de água, adequada aderência e durabilidade. Adotou-se para este trabalho o traço em volume 1:1:6 (cimento, cal hidratada e areia).

Inicialmente, misturou-se a areia, a cal hidratada e parte da quantidade de água estimada. O recipiente foi fechado e mantido em maturação por 24 horas. Transcorrido esse período, acrescentou à mistura a quantidade de cimento definido e o restante da água. Misturou-se novamente até se obter uma mistura homogênea.

Materiais constituintes da argamassa

Como aglomerante na produção da argamassa, utilizou-se o cimento Portland pozolânico – CPIV-32, da marca Lafarge, comumente encontrado na região metropolitana de Belo Horizonte. Também com função de aglomerante e para se obter maior plasticidade e retenção de água na argamassa, utilizou-se Cal Hidratada Calcítica, CH I, da marca Ical, comercialmente produzida para assentamentos e revestimentos. E água corrente do sistema de abastecimento da cidade de Belo Horizonte (COPASA).

Como agregado miúdo para a confecção da argamassa, utilizou-se uma areia quartzosa natural comumente encontrada na cidade de Belo Horizonte. Para a determinação da sua composição granulométrica, seguiram-se os procedimentos da ABNT NBR NM 248 (2003), vide Tabela 1 e Figura 2

Tabela 1 - Caracterização do agregado miúdo

Composição granulométrica (NBR NM 248 (ABNT, 2001))	
PENEIRA – Abertura (mm)	Total Acumulado (%)
4,8	0
2,4	5
1,2	19
0,6	42
0,3	69
0,15	88
<0,15	100
Diâmetro máximo	2,4 mm
Módulo de finura	2,23
Massa específica real (NM 52/2009)	2,59 kg/dm ³
Massa específica unitária (NM 45/2006)	1,33 kg/dm ³
Teor de argila (NBR 7218/2010)	Isento
Teor de material pulverulento (NM 46/2001)	0,16%
Impureza orgânica (NBR NM 49)	<300p.p.m.
Absorção de água (NM 30/2001)	3,16%

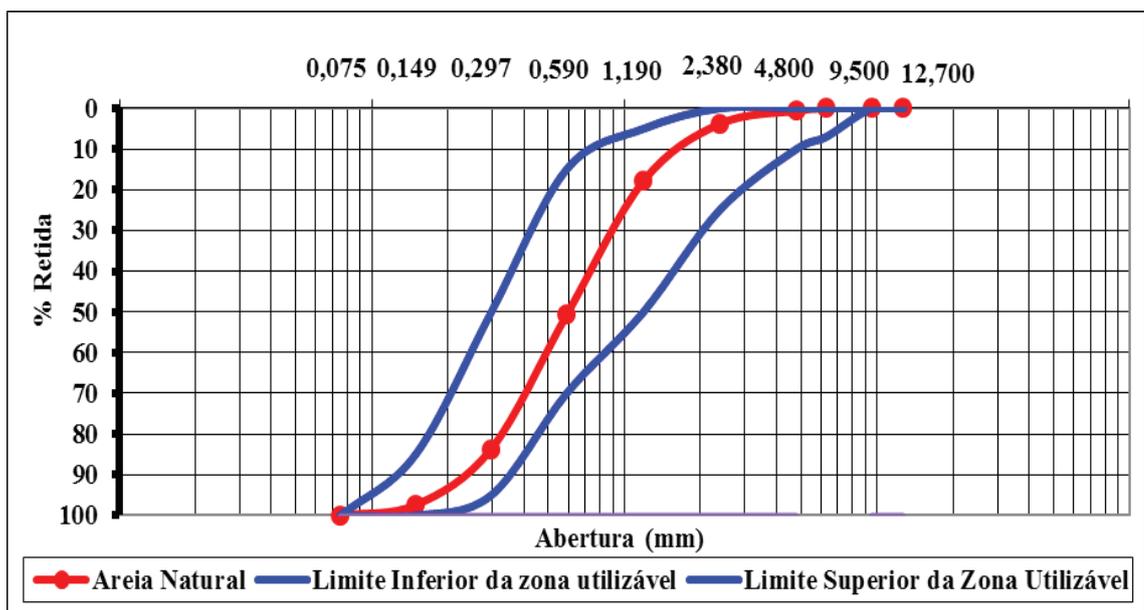


Figura 2 – Caracterização do agregado miúdo em relação aos limites da zona ótima

Montagem dos corpos de prova e ensaios da argamassa

Logo em seguida, realizou-se a determinação da consistência de acordo com as especificações da NBR ABNT 13276 (2005), destinadas para argamassas mistas através de da mesa de espalhamento (*flow table*). O índice de consistência médio encontrado correspondente à 270 ± 5 mm.

Seguindo-se os procedimentos da ABNT NBR 13279 (2005), foram confeccionados 3 corpos de provas no formato prismáticos (4x4x16) cm, os quais foram mantidos em condições de laboratório até a data de ensaio (28 dias).

A resistência à compressão da argamassa de corpos de prova prismáticos foi determinada após o ensaio de tração por flexão, pelo uso das metades dos corpos de provas do segundo ensaio, vide Figura 3 (a) e (b).

Encontrou-se como resultados dos ensaios de resistência a tração na flexão (f_{tr}), $1,3 \pm 0,1$ MPa e; para a resistência à compressão (f_c) $3,0 \pm 0,2$ MPa, para a argamassa de assentamento utilizada na confecção dos prismas. Consta-se que a resistência da argamassa

está em torno de 38 % da resistência do bloco, o que está dentro das indicações bibliográficas (30% à 70%)



Figura 3 –Determinação da resistência à tração na flexão e compressão dos corpos de prova de argamassa.

Confecção dos prismas

A confecção dos prismas de dois blocos de concreto seguiu as recomendações da ABNT NBR 15961-2 (2011). Para conseguir obter uma análise da influência da espessura da junta horizontal de assentamento na resistência dos prismas, foram confeccionados quatro prismas para cada espessura em estudo: 5 mm, 10 mm e 15 mm, totalizando-se doze prismas. Sobre uma mesa plana, o bloco inferior foi colocado e posicionado sobre este o gabarito da espessura corres-

pondente à espessura. Em seguida uma porção de argamassa foi aplicada, cobrindo-se toda a superfície das paredes dos blocos, com uma altura suficiente para que após a arrumação, fosse garantida a espessura conforme o gabarito utilizado (Figura 4 (a)).

O bloco superior foi assentado sobre a argamassa, sem movimentos horizontais e nivelados com o auxílio de um nível de bolha e um prumo. Com o auxílio de uma espátula, a quantidade de argamassa em excesso foi removida, tanto da parte externa como da parte interna dos prismas. Repetiu-se este procedimento para a confecção de todos os doze prismas, que foram identificados de acordo com a espessura de sua junta horizontal (Figura 4 (b)). Aos 28 dias de idade, realizou-se o ensaio de resistência à compressão dos prismas, seguindo os procedimentos do anexo A da ABNT NBR 15961-2 (2011).

Galga para garantir a espessura especificada.



Figura 4 – Confecção dos prismas com a ajuda de um gabarito de limitação de espessura.

RESULTADOS E ANÁLISES

Contatou-se que resistência à compressão média dos prismas com junta de assentamento de 5 mm, 10 mm e 15 mm foram $5,2 \pm 0,1$ MPa, $6,63 \pm 0,05$ MPa, $5,54 \pm 0,04$ MPa, respectivamente. Comparando a resistência dos prismas, com a resistência à compressão dos blocos ($7,8 \pm 0,1$ MPa), obtêm-se uma taxa de eficiência de 85% para prismas de espessura de 10 mm, e de aproximadamente 70% para espessuras de 5 mm e 15 mm.

Verifica-se que os maiores valores de resistência dos prismas foram obtidos para a espessura de junta de 10 mm. Ocorrendo um decréscimo na resistência à compressão, tanto para um aumento de 5 mm da espessura, quanto para uma redução de 5 mm.

A Figura 5 destaca, em gráfico, os valores da resistência dos prismas para cada espessura de argamassa. Para valores de espessura entre 5 mm e 15 mm. Neste, pode-se estimar a resistência dos prismas através da equação de linha de tendência polinomial.

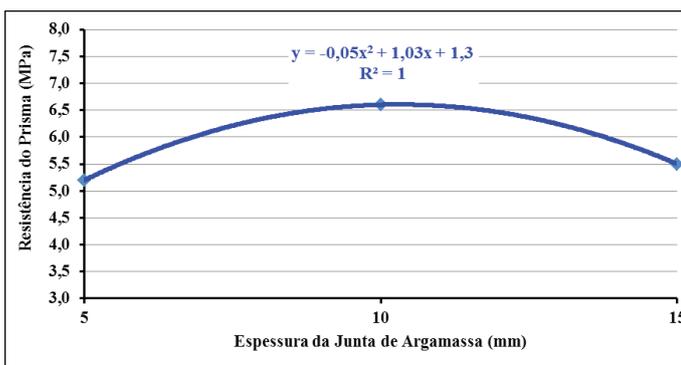


Figura 5 – Influência da espessura da argamassa na resistência dos prismas

Constata-se que variando a espessura da junta de assentamento de 10 mm para 5 mm, ocorre uma queda de aproximadamente 20% na resistência à compressão dos prismas, enquanto que o aumento de 10 mm para 15 mm, a queda é de aproximadamente

16%, demonstrando que espessuras menores conduzem a uma menor capacidade de suporte devido a imperfeições nos blocos causando a concentração de tensões e a ruptura localizada do bloco e ainda reduz a capacidade de deformação dos prismas. Por outro lado o aumento da espessura é menos impactante, contudo converge ainda para uma redução devido a um menor enclausuramento da argamassa, levando-a a ruptura antecipada pela elevação das tensões na interface argamassa-bloco e sua condição menos confinada.

Pode-se inferir ainda, que para cada variação de 1 mm na espessura da junta padrão de 10 mm, verifica-se uma redução de 3 a 4% na resistência de prismas de blocos de concreto.

CONCLUSÕES

Verificou-se que existem recomendações atualmente acerca das espessuras da junta de assentamento e que a variação destas juntas pode comprometer a resistência final à compressão de prismas e consequentemente das paredes de alvenaria. Pela análise dos resultados de resistência de cada grupo de prismas, pode-se observar que a maior resistência é obtida para juntas de assentamento de 10 mm e, com a variação da espessura da junta, tanto para menos (5 mm), quanto para mais (15 mm), converge para uma queda de aproximadamente 20% e 16%, respectivamente, na resistência à compressão dos prismas.

Pode-se assim, admitir que para cada variação de 1 mm na espessura da junta padrão de 10 mm, verifica-se uma redução de até 4% na resistência de prismas de blocos de concreto. Desta forma a recomendação da ABNT NBR 15691-1 (2011) é bastante prudente em indicar que a junta horizontal seja de 10 mm, com variações máximas de 3 mm o que converge para um perda de resistência em torno de 12%.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.
NBR 6136: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Requisitos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR 12118**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 13276**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Preparo da mistura e determinação do índice de consistência. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 13279**: Argamassa para assentamento e revestimento de paredes e tetos – Determinação da resistência à tração e à compressão. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15961-1**: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto – Parte 1: Projeto. Rio de Janeiro, 2011

_____. **NBR 15961-2**: Alvenaria Estrutural – Blocos de Concreto – Parte 2: Execução e controle de obras. Rio de Janeiro, 2011.

CAMACHO, J. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Ilha Solteira, 2006.

IZQUIERDO, O.S. **Influência do tipo de argamassamento e da utilização de peças de ajuste dimensional na resistência à compressão da alvenaria de blocos de concreto**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2011.

JUSTE, A. E. **Estudo da resistência e da deformabilidade da alvenaria de blocos de concreto submetida a esforços de compressão**. Dissertação de Mestrado. Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo. São Carlos, 2001.

LIMA, A. N. **Análise experimental da influência da resistência e espessura da argamassa de assentamento no desempenho mecânico de prismas de blocos cerâmicos**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2010.

RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. **Projeto de Edifícios de Alvenaria Estrutural**. Editora PINI. São Paulo, 2003.