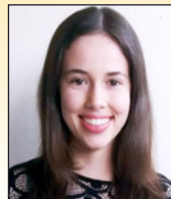
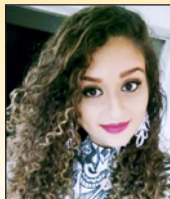


Optimization of structural brickwork laying joints in concrete blocks

Otimização das juntas de assentamento de alvenaria estrutural em blocos de concreto



M. V. S. CAVALCANTI ^{a, b}
marvinscav@gmail.com

A. M. X. FRANCISCO ^a
andressa.mx@hotmail.com

D. M. RODRIGUES ^a
dalilaengenharia@gmail.com

D. G. SILVA ^a
deboragodoi_g@hotmail.com

Abstract

One of the challenges in the investigation of structural masonry is the correlation between the thickness of the laying joints and the global resistance of the masonry. Many authors developed experimental correlations in the attempt to establish an analytical relation between the joint thickness and the resistance of the masonry. All these projects indicate that there are many parameters and considerations to be analyzed in the understanding this relation and in understanding the collapse of the masonry as a whole. Thus, in an attempt to contribute with this field of study, the present paper investigates the influence of the thickness of the mortar laying joint in the resistance of the masonry structure.

With the objective of experimentally establishing a relation between the joint thickness and the resistance of the masonry, rupture trials were held to the axial compression of three block prisms laid with five series of thicknesses: 8mm, 12.5mm, 10mm, 15mm and 20mm. The physical and mechanic description of all the components that made up the masonry were done separately, complying with the regulations.

Through a simplified statistical analyses, presented at the end of this study, values of resistance of each series of prisms associated to a specific thickness for the laying joint are shown. Through the comparison of the specific results of the analyzed specimen, we arrived at the suggestion of a better performance joint and it was also possible to establish a behavioral tendency, through the comparison of results, helping in the understanding of how the block-joint set behave monolithically from the determination of the individual characteristics of each element. Which is one of the keys that will permit the constructions of a behavioral model capable of assisting structural analysts in their structural masonry dimensioning techniques.

Keywords: structural masonry, concrete blocks, laying joints.

Resumo

Um dos desafios na investigação do comportamento da alvenaria estrutural é a correlação entre a espessura da junta de assentamento e a resistência global da alvenaria. Vários autores desenvolveram correlações experimentais na tentativa de estabelecer uma relação analítica entre a espessura da junta e a resistência da alvenaria. Todos esses trabalhos indicam que existem muitos parâmetros e considerações a serem analisadas no entendimento dessa relação e no entendimento do colapso da alvenaria como um todo. Assim, pretendendo contribuir com esse campo de pesquisa, o presente trabalho investiga a influência da espessura da junta de argamassa de assentamento na resistência da alvenaria estrutural. Com o objetivo de estabelecer experimentalmente uma relação entre a espessura da junta e a resistência da alvenaria realizaram-se ensaios de ruptura à compressão axial em prismas de três blocos assentados com cinco séries de espessuras: 08 mm, 12,5 mm, 10 mm, 15 mm e 20 mm. A caracterização física e mecânica de todos os componentes que constituem a alvenaria foi realizada isoladamente, atendendo as normas. Através de uma análise estatística simplificada, apresentada ao final do presente trabalho são mostrados os valores de resistência de cada série de prismas associados a uma espessura específica para junta de assentamento. Através da comparação entre os resultados específicos dos corpos de prova analisados, chegou-se a sugestão de uma junta de melhor desempenho e também foi possível estabelecer uma tendência de comportamento, auxiliando a compreender como o conjunto bloco-junta se comporta monoliticamente a partir da determinação das características individuais de cada elemento. O que é uma das chaves que permitirá construir um modelo de comportamento capaz de auxiliar os analistas estruturais em suas técnicas de dimensionamento da alvenaria estrutural.

Palavras-chave: alvenaria estrutural, blocos de concreto, juntas de assentamento.

^a Centro Universitário de Anápolis (UniEvangélica), Anápolis, GO, Brasil;
^b Universidade Estadual de Goiás, (UEG), Anápolis, GO, Brasil.

1. Introdução

A alvenaria estrutural é um processo construtivo, onde os componentes são utilizados para vedar a construção e resistir aos esforços simultaneamente. Apesar da técnica ser milenar, o uso racional com metodologias de cálculo e dimensionamento é recente. Atualmente, com os avanços das técnicas e materiais, além do impulso governamental para a construção de habitações, a alvenaria tem sido empregada com maior frequência, pois apresenta vantagens como, por exemplo, a facilidade de execução, a racionalidade e a redução de recursos na execução dos projetos [1].

A alvenaria estrutural é projetada para resistir a esforços, apresenta excelente capacidade de resistir às solicitações de compressão; no entanto, para os esforços de tração a sua resistência é muito inferior, e em alguns casos se faz necessário o emprego de graute e armadura. Neste sentido a qualidade do material e a espessura da junta de assentamento são fundamentais, posto que os esforços de tração que geralmente provocam o colapso dos blocos se iniciam nas faces superior e/ou inferior do bloco, justo na interface de ligação entre um bloco e outro [1].

O principal parâmetro para o dimensionamento da alvenaria é a sua resistência à compressão que está em função da qualidade e resistência dos seus componentes constituintes: o bloco e a argamassa de assentamento, bem como a espessura das juntas. No Brasil popularizou-se a utilização de blocos de concreto vazados e o assentamento com a argamassa mista de cimento-cal, a norma brasileira NBR 15961-1 [2] recomenda a utilização das juntas com espessura de 10 mm com variação de ± 3 mm [3].

Diversos autores como Medeiros e Sabbatini [4], Freitas [5] estudaram o comportamento dos prismas em função das espessuras das juntas e verificaram que o aumento da espessura causa uma considerável diminuição da resistência da alvenaria. Entretanto Mohamad [6] ressalta que se a diminuição da junta for excessiva pode ocorrer perda da capacidade de absorção de deformações da argamassa, e aumento de tensões nos pontos onde ocorra encontro das faces dos blocos.

Duarte [7] rejeita as juntas acima de 15 mm, pois considera que estas proporcionam aumento de custo e redução de resistência da alvenaria; devido à argamassa ser a parte mais fraca do conjunto. Ao final do presente trabalho são mostrados os valores de resistência de cada série de prismas associados a uma espessura específica para junta de assentamento. Através da comparação

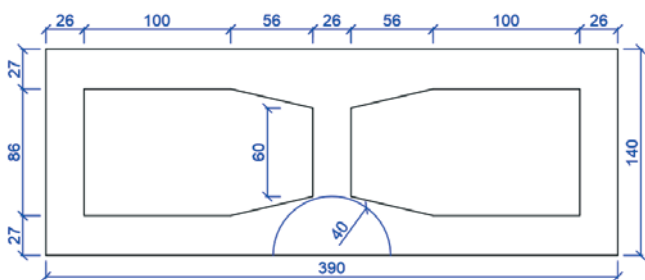


Figura 1
Dimensões da face do bloco comercial estudado (mm)

entre os resultados específicos dos corpos de prova analisados, chegou-se a sugestão de uma junta de melhor desempenho e também foi possível estabelecer uma tendência de comportamento, a partir da comparação dos resultados.

2. Materiais e programa experimental

O programa experimental do presente trabalho está inserido em uma linha de pesquisa que estuda a eficiência e integridade da alvenaria estrutural. No que se refere especificamente à otimização das juntas, a referida linha de pesquisa vem estudando a variação de traços e espessuras desde os trabalhos de Oliveira [8] (2006), Oliveira [9] (2014), Bandeira [10] (2014), Souza e Nunes [11] (2015), Francisco e Soares [12] (2016); permitindo contruir um banco de dados que correlaciona as diferentes espessuras de junta com o desempenho mecânico e de serviço da alvenaria. Desse modo, este trabalho, além de utilizar os resultados coletados irá contribuir com novos dados para continuidade da linha de pesquisa através de trabalhos futuros.

2.1 Caracterização dimensional dos blocos

Os blocos utilizados no estudo foram adquiridos em fábrica regional de pré-moldados, de modo a se estudar os mesmos blocos que são utilizados comercialmente pelas construtoras locais. Para



Figura 2
Bloco com capeamento de gesso

esses blocos foi realizada a análise dimensional e a inspeção visual conforme orientação da NBR 6136 [13], através da qual verificou-se que os mesmos não apresentavam defeitos ou patologias que comprometessem os ensaios.

Em uma amostra aleatória de 10 blocos verificou-se o comprimento, altura e espessura das paredes transversais e longitudinais, características apresentadas na Figura 1. O peso foi determinado em uma balança de precisão digital, estando em torno de 122 N. Nenhum bloco da amostra apresentou dimensões que excedessem a tolerância permitida pela NBR 6136 [13], isto é, ± 2 mm para largura e ± 3 mm para altura e comprimento, portanto os blocos são classificados como pertencentes à família 15x40, com mísula. A área da seção bruta do bloco é de 54600 mm² e a área da seção líquida (seção bruta descontando-se os vazios) é de 29224 mm². O volume foi determinado geometricamente, multiplicando-se a área da seção líquida pela altura do bloco, portanto é de 5552,56 cm³. Logo a massa específica tem valor de 2186,38 kg/m³ e está em conformidade com a NBR 6118 [14].

2.2 Caracterização mecânica dos blocos

Para o ensaio de compressão axial, foram escolhidos 12 blocos aleatoriamente do lote de 200. Estes receberam antes do ensaio um tratamento de regularização das faces superior e inferior com gesso, conhecido como capeamento, mostrado na Figura 2; no qual a pasta misturada com 2 kg de pó de gesso cola e 1 litro de água é aplicada com auxílio de uma espátula, em seguida o bloco é posicionado sobre uma mesa untada com óleo vegetal onde é nivelado. Conforme a NBR 6136 [13] a espessura da camada de capeamento não excedeu 3 mm.

O capeamento possui a finalidade de auxiliar a distribuição da tensão uniformemente sobre todo o bloco e evitar a concentração em pontos isolados, além do capeamento utilizou-se duas folhas de cortiça de 3 mm durante o rompimento. O conjunto gesso-cortiça proporciona a uniformização da força de compressão, minimizando os esforços tangenciais ao plano de aplicação de carga, o que reduz a possibilidade de colapso por cisalhamento tangencial no topo ou na base do bloco [1]. A Figura 3 apresenta o esquema de ruptura para os blocos.

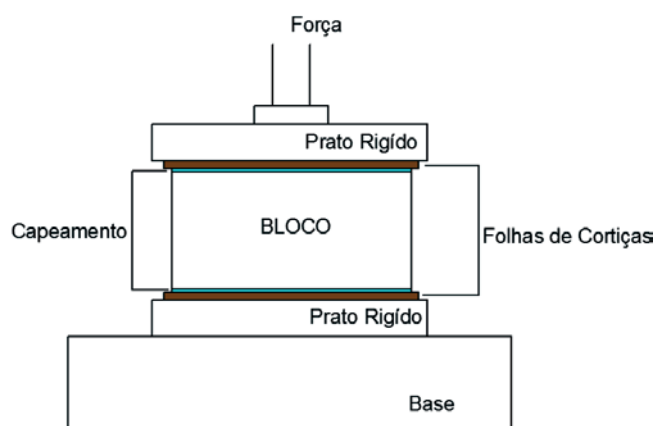


Figura 3
Esquema do procedimento de ensaio de compressão axial com a máquina de ensaio

A ruptura foi realizada conforme procedimentos da NBR 12118 [15], utilizando a máquina de ensaio universal da marca Contenco Pavitest com capacidade máxima de 10⁶ N, a prensa foi equipada com dois pratos rígidos e o incremento de carga aplicado automaticamente a uma velocidade de 0,25 MPa/s. A Figura 4 apresenta o bloco sendo ensaiado.

Dos 12 blocos ensaiados, foram descartados os valores das duas maiores e das duas menores tensões de ruptura apresentados, restando um conjunto de 08 blocos, com uma distribuição de tensões de ruptura mais uniforme. Sobre esses 08 valores restantes foi realizada uma análise estatística simplificada que forneceu o valor médio e característico da tensão de ruptura do bloco que foram utilizadas nas demais análises do presente trabalho. Esta análise está apresentada na Tabela 1 e Tabela 2, onde f_{bm} é a resistência média à compressão simples do bloco, f_{bk} é a resistência característica à compressão simples do bloco e S_d é o desvio padrão. De acordo com a NBR 6136 [13], os blocos podem ser classificados como pertencentes à Classe B com função estrutural, isto é, sua resistência média à compressão (f_{bm}) em relação à área bruta situa-se entre 4 MPa e 8 MPa.

2.3 Caracterização do agregado miúdo

De acordo com Roman [16] as areias finas são preferíveis para compor a argamassa de assentamento da alvenaria estrutural, devido estas conferirem mais aderência à argamassa. O agregado utilizado neste estudo é areia lavada de rio adquirido na região, apresenta diâmetro característico máximo de 2,63 mm e o módulo de finura é 2,86 foi ensaiado conforme a NBR 248 [11]. A Figura 5 apresenta o

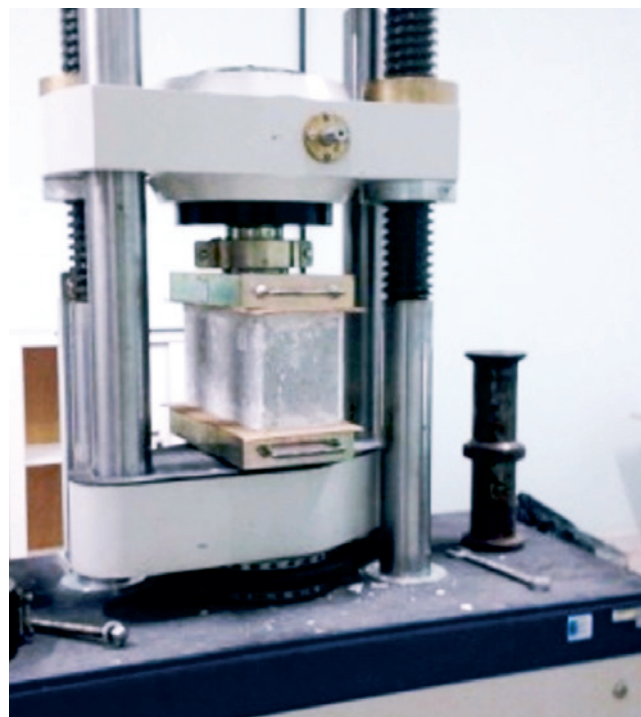


Figura 4
Ensaio de compressão axial de um bloco

Tabela 1

Resultados do ensaio de compressão dos blocos (Área bruta = 54600 mm²)

Bloco	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	fbm	Sd	fbk
B1	35090	6,43	6,25	0,41	5,84
B4	32560	5,96			
B5	37000	6,78			
B6	37460	6,86			
B9	32090	5,88			
B10	31580	5,78			
B11	34400	6,30			
B12	32830	6,01			
B2	25910	-	Descartados		
B8	27600	-			
B3	41500	-			
B7	41830	-			

resultado do ensaio de granulometria do agregado utilizado e os Limites da Zona de Utilização estabelecida pela NBR 7211 [18].

2.4 Caracterização mecânica da argamassa de assentamento

A argamassa utilizada na montagem dos prismas é mista moldada in loco, com o traço de 1:0,4:5,72 (cimento: cal: areia) em peso e relação água/cimento de 1,6. A escolha do traço levou em consideração o frequente uso em obras de alvenaria estrutural da região de Anápolis-GO. Foi utilizado cimento CP II Z-32, cal hidratada CH III e areia lavada média.

Na preparação da argamassa o traço foi corrigido em função da umidade da areia, a mistura foi feita em uma betoneira, em seguida verificou-se a trabalhabilidade e consistência.

Para verificação da resistência à compressão da argamassa foram moldados seis corpos-de-prova nas dimensões 50 mm x 100 mm, conforme a NBR 7215 [19].

O ensaio de ruptura foi realizado na mesma máquina de ensaio utilizada para ensaio dos blocos. A Tabela 3 apresenta a carga de ruptura dos corpos de prova submetidos ao ensaio de compressão, a tensão de ruptura individual e média, o desvio padrão (Sd) e também a resistência característica da argamassa (farg).

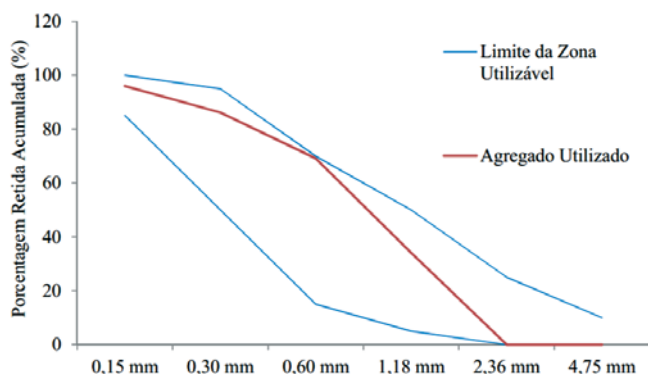


Figura 5

Gráfico da Composição Granulométrica do agregado miúdo utilizado para argamassa

Tabela 2

Resultados do ensaio de compressão dos blocos (Área líquida = 29224 mm²)

Bloco	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	fbm	Sd	fbk
B1	35090	12,01	11,68	0,77	10,91
B4	32560	11,14			
B5	37000	12,66			
B6	37460	12,82			
B9	32090	10,98			
B10	31580	10,81			
B11	34400	11,77			
B12	32830	11,23			

Tabela 3Resultados do ensaio de compressão dos corpos de prova da argamassa (área seção = 19,63 cm²)

Corpo prova	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	f _{ma} (MPa)	S _d	f _{arg} (MPa)
I	500	2,55	2,36	0,36	2,00
II	480	2,45			
III	490	2,50			
IV	500	2,55			
V	320	1,63			
VI	490	2,50			

2.5 Ensaios de compressão dos prismas

Os ensaios de compressão axial dos prismas foram realizados com a finalidade de avaliar a capacidade de resistência da alvenaria para cada espessura de junta de assentamento. Este ensaio foi realizado conforme a NBR 15961-2 [20] e NBR 12118 [15].

Foram montados 50 prismas de 3 blocos, com cinco diferentes espessuras de junta de assentamento. Apesar de alguns autores usarem prismas de dois blocos, neste trabalho optou-se pelo uso de prismas de três blocos, posto que este procedimento mostrou-se mais adequado na

obtenção de resultados mais próximos da realidade da alvenaria, por se aproximarem mais da configuração real da alvenaria. Procurou-se atentar para as possíveis variáveis que pudessem interferir na resistência do prisma, tais como, mão de obra especializada, gabarito para execução das espessuras, prumo e nivelamento. Os blocos foram umedecidos previamente a fim de se evitar a absorção da água da argamassa. Após a montagem, os prismas foram identificados e passaram por um período de cura de 14 dias, na sequência foram submetidos ao ensaio de compressão sob as mesmas condições de contorno do ensaio de compressão dos blocos, conforme a Figura 6.

Tabela 4

Prismas com espessura de junta de assentamento 20 mm

Primas	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	f _{pm} (MPa)	S _d	f _{pk} (MPa)
2	11040	3,80	3,47	0,39	3,07
3	8600	2,90			
4	9150	3,10			
7	11510	3,90			
9	10230	3,50			
10	10440	3,60			
1	13710	4,70	Descartados		
5	7340	2,50			
6	13800	4,70			
8	7410	2,50			

Tabela 5

Prismas com espessura de junta de assentamento 10 mm

Primas	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	f _{pm} (MPa)	S _d	f _{pk} (MPa)
11	22090	7,60	7,03	0,84	6,19
12	23830	8,20			
13	18220	6,20			
15	17510	6,00			
17	21380	7,30			
19	20020	6,90			
14	32030	11,00	Descartados		
16	10360	3,50			
18	14330	4,90			
20	26870	9,20			

3. Resultados e discussões

3.1 Dos ensaios com prismas

Nas Tabelas 4, 5, 6, 7, 8 apresenta-se a carga de ruptura



Figura 6
Ensaio de compressão axial de prisma assentado com três blocos

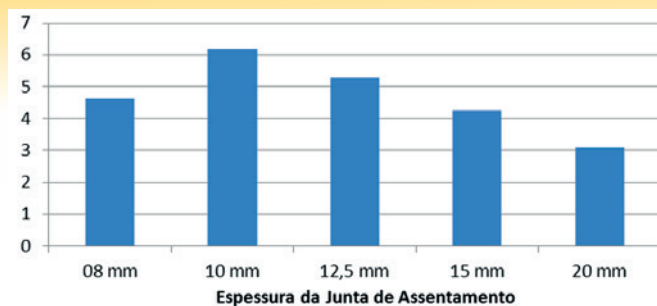


Figura 7
Gráfico comparativo do desempenho dos prismas associados à juntas com diferentes espessuras

de cada prisma, os valores de tensão de ruptura individual e valor de resistência média à compressão para o conjunto de prismas (fpm) associado a cada espessura de junta de assentamento. Para o cálculo da tensão média de cada grupo de espessura foi adotado o mesmo procedimento utilizado com os blocos, caracterizado pelo descarte dos valores das duas maiores e das duas menores tensões de ruptura apresentadas, isto proporcionou uma distribuição estatística mais uniforme, composta por um conjunto de 6 prismas. O valor da resistência característica à compressão simples de cada série de prisma (f_{pk}) também é apresentado.

3.2 Tendência

Os resultados referentes às resistências à compressão média dos prismas de alvenaria estrutural (fpm) para as diferentes espessuras de juntas, bem como o desvio padrão (Sd) e resistência característica (f_{pk}) são mostrados na Tabela 9.

Os resultados da relação entre a tensão de ruptura dos prismas e a espessura das juntas, seguem a tendência apresentada por Ramalho e Corrêa [3], Medeiros [4] e Mohamad [6], onde se verifica que quanto maior a espessura menor é a resistência alcançada pelo conjunto. No presente trabalho, além de se verificar esse comportamento, investigou-se também o que ocorre com a espessura incomum de 08 mm, que também sofre perda de resistência. Essa tendência pode ser evidenciada na Figura 7.

Tabela 6
Prismas com espessura de junta de assentamento 8 mm

Primas	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	fpm (MPa)	Sd	f _{pk} (MPa)
21	18720	6,40	6,30	1,67	4,63
23	14790	5,10			
26	11440	3,90			
27	18290	6,30			
28	25270	8,60			
29	21930	7,50			
22	7870	2,70	Descartados		
24	27250	9,30			
25	6180	2,10			
30	29250	10,00			

Tabela 7

Prismas com espessura de junta de assentamento 12,5 mm

Primas	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	fpm (MPa)	Sd	fpk (MPa)
32	20250	6,90	6,35	1,07	5,28
35	12770	4,40			
36	18580	6,40			
38	17620	6,00			
39	20660	7,10			
40	21360	7,30			
31	23710	8,10	Descartados		
33	10070	3,40			
34	9990	3,40			
37	22340	7,60			

Tabela 8

Prismas com espessura de junta de assentamento 15 mm

Primas	Carga ruptura (N)	Tensão (MPa)	fpm (MPa)	Sd	fpk (MPa)
41	14260	4,9	4,75	0,48	4,27
42	12210	4,2			
45	15830	5,4			
47	12220	4,2			
48	13750	4,7			
50	14900	5,1			
43	9240	3,2	Descartados		
44	9670	3,3			
46	17520	6			
49	17350	5,9			

3.3 Eficiência

A eficiência da alvenaria é obtida pela razão entre a resistência do prisma (f_{pk}) e a resistência do bloco (f_{bk}). A Tabela 10 apresenta os valores da eficiência da alvenaria para os prismas testados nesse trabalho. A eficiência ideal, conforme Camacho [21], deve apresentar valores entre 0,50 a 1,00.

Entre a série de prismas investigados, a que apresentou valor de eficiência superior ao mínimo recomendado por Camacho [21] foi à assentada com junta de 10 mm. Essa verificação segue a tendência apresentada na Figura 7, onde a espessura de 10 mm foi a

que apresentou melhores resultados para a resistência do prisma. De acordo com Mohamad [6] a resistência da argamassa e a resistência à compressão dos blocos devem ser compatíveis, pois a falta desta acarretaria em prejuízo na eficiência da alvenaria.

3.4 Comportamento para a espessura de 8 mm

É a espessura que proporciona a maior economia devido à utilização de menor quantidade de argamassa. No entanto, a economia gerada pela diminuição da espessura da junta não deve ser

Tabela 9

Resultados associados à junta

Espessura	fpm (MPa)	Sd	fpk (MPa)
8 mm	6,30	1,67	4,63
10 mm	7,03	0,84	6,19
12,5 mm	6,35	1,07	5,28
15 mm	4,75	0,48	4,27
20 mm	3,47	0,39	3,07

Tabela 10

Eficiência dos prismas associados à junta

Espessura	fpk (MPa)	f _{bk} (MPa)	f _{pk} /f _{bk}
8 mm	4,63	10,91	0,42
10 mm	6,19		0,57
12,5 mm	5,28		0,48
15 mm	4,27		0,39
20 mm	3,07		0,28

considerada, pois traz consigo uma perda de resistência da ordem de 25 %, em relação à espessura de 10 mm.

3.5 Comportamento para a espessura de 10 mm

Apresentou o melhor comportamento mecânico com uma resistência bem elevada em relação a menor resistência. É a espessura mais vantajosa do ponto de vista estrutural, econômico e executivo. Se comparada com a espessura de 08 mm o aumento no consumo de argamassa é insignificante se for levado em consideração o ganho de resistência.

3.6 Comportamento para a espessura de 12,5 mm

É uma espessura de difícil execução em canteiros de obras. Quando comparada com espessura de 10 mm há um decréscimo na resistência e aumento do consumo de argamassa.

3.7 Comportamento para a espessura de 15 mm

É utilizada em obras de alvenaria estrutural da região Anápolis-GO devido à facilidade de execução. No entanto, no presente trabalho os prismas assentados com esta espessura apresentaram a tendência de esfarelamento da argamassa e baixa resistência; além disso, a espessura pode ser considerada inviável economicamente.

3.8 Comportamento para a espessura de 20 mm

Observou-se que vários prismas do grupo de 20 mm apresentaram um esfarelamento da argamassa durante a compressão, conforme a Figura 8. Tal comportamento deve-se à menor tensão de confinamento na qual a argamassa está submetida.



Figura 8
Prisma assentado com junta de espessura 20 mm, apresenta o esfarelamento da argamassa característico à essa série

Tabela 11
Variação de resistência em relação à espessura 10 mm

	Variação de resistência (%)	Consumo de material (%)
8 mm	-25,23	-20
12,5 mm	-14,69	+25
15 mm	-31,12	+50
20 mm	-50,37	+100

3.9 Quadro comparativo dos prismas ensaiados

Partindo da hipótese de que a espessura de 10 mm é a melhor espessura, montou-se a Tabela 11 onde se apresenta a comparação da resistência dos conjuntos de prismas, tendo como base esta espessura. Evidencia-se na Figura 9 que o aumento e/ou economia de argamassa de assentamento não é proporcional à variação de resistência. Todas as espessuras testadas apresentaram um decréscimo significativo na resistência em relação à espessura de 10 mm.

4. Conclusões

Para os materiais empregados no presente trabalho, dentre as juntas estudadas, a de 10 mm apresentou maior resistência e maior eficiência da alvenaria. Os prismas de três blocos apresentaram resultados mais próximos ao comportamento da alvenaria. As tendências de comportamento dos prismas em função da espessura das juntas apresentadas nesse trabalho estão em acordo com os resultados de Castro [22] e Vicente et.al [23]. É necessário investigar mais o comportamento dos prismas com espessuras de junta inferiores a 10 mm, uma vez que o presente trabalho investigou apenas uma série de 08 mm. Os resultados apresentados foram obtidos com a resistência do bloco cerca de cinco vezes superior a resistência da argamassa, sendo necessário, repetir a série de ensaios com outros traços de argamassa para verificar se a mesma tendência de repete com argamassas mais resistentes.

5. Agradecimentos

A CAPES/CNPq e FUNDAESP, a VIBRACOM pela cessão dos blocos, aos laboratórios e técnicos da UniEVANGÉLICA e da UEG.”

6. Referências bibliográficas

- [1] CAVALCANTI, Marcus Vinícius Silva. Avaliação do processo de ruptura em blocos de concreto considerando os aspectos dinâmicos. 155p. 2011. Tese (Doutorado Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Distrito Federal, 2011.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. alvenaria estrutural: blocos de concreto: parte 1: projeto. NBR 15961 – 1: Rio de Janeiro, 2011.

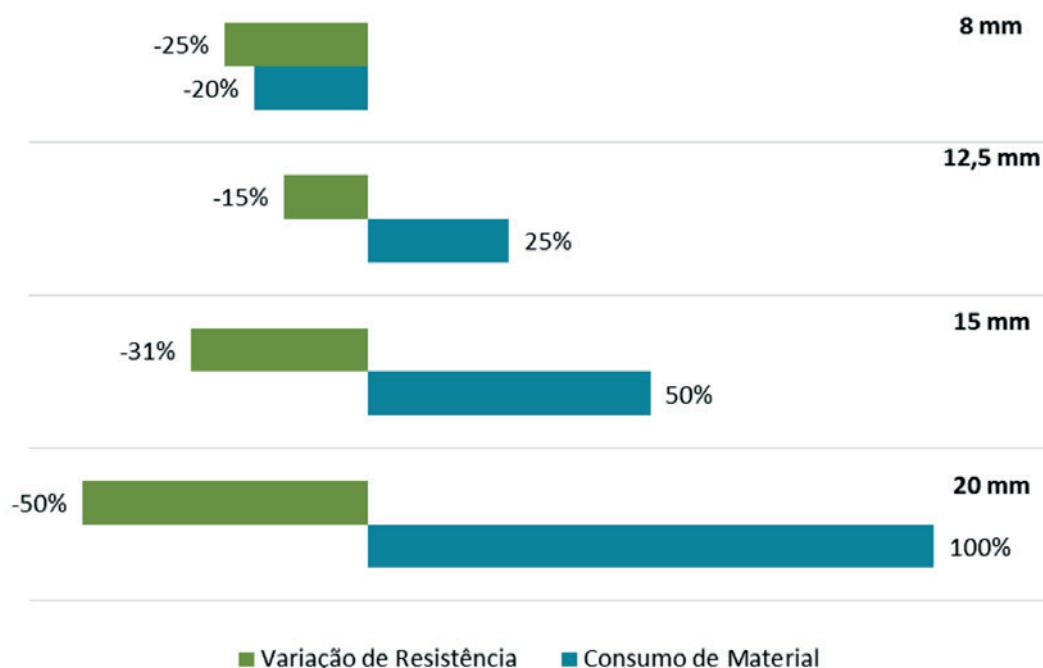
**Figura 9**

Gráfico comparativo de desempenho das espessuras em relação à espessura de 10 mm

- [3] RAMALHO, M. A.; CORRÊA, M. R. S. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. São Paulo: Editora Pini, 2003.
- [4] MEDEIROS, Jonas Silvestre; SABBATINI, Fernando Henrique. Alvenaria estrutural não armada de blocos de concreto: produção de componentes e parâmetros de projeto. 1993. 20f. Boletim Técnico da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – Departamento de Engenharia da Construção Civil, São Paulo, 1993.
- [5] FREITAS, A. A. (2008). Numerical and experimental analysis of the behavior of prisms and mini-walls under compression. 289 p. Ph. D. Thesis. School of Engineering of São Carlos, University of São Paulo, São Carlos, 2008.
- [6] MOHAMAD, G. Comportamento mecânico na ruptura de prismas de blocos de concreto. 199f. Dissertação (Mestrado) Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998.
- [7] DUARTE, R. B. Recomendações para o Projeto e Execução de Edifícios de Alvenaria Estrutural. ANICER, Porto Alegre, 1999.
- [8] OLIVEIRA, M. H. Análise da resistência de prismas de blocos de concreto com variação da espessura das juntas de argamassa em alvenaria estrutural. 118f. Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2006.
- [9] OLIVEIRA, H. R. Análise da Resistência de Prismas de Blocos de Concreto com variação da espessura das Juntas de Argamassa em Alvenaria Estrutural. TCC, Publicação ENC. PF- 034A/14, Curso de Engenharia Civil, Unievangélica, Anápolis, GO, 52p. 2014.
- [10] BANDEIRA, B. N. Análise da resistência de prismas de blocos de concreto com variação da espessura das juntas de argamassa em alvenaria estrutural. 74f. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2014.
- [11] SOUZA, A. G.; NUNES, P. P. Análise da resistência de prismas de blocos de concreto com variação da espessura das juntas de argamassa em alvenaria estrutural. 68 p. 81. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2015.
- [12] FRANCISCO; A.M.X.; SOARES, H. A. B. Estudo da Influência das espessuras das juntas de argamassa em blocos de concreto na alvenaria estrutural. p. 81. Trabalho de conclusão de curso, Curso de Engenharia Civil, UniEvangélica, Anápolis, GO, 2016.
- [13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6136: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: requisitos. Rio de Janeiro, 2014.
- [14] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6118: projeto de estruturas de concreto: procedimento. Rio de Janeiro, 2014.
- [15] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 12118: blocos vazados de concreto simples para alvenaria: métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2013.
- [16] ROMAN, H.; MUTTI, C.; ARAÚJO, H. Construindo em alvenaria estrutural. Florianópolis: Ed. da UFSC, 1999.
- [17] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 248: . Rio de Janeiro, 2013.
- [18] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7211: agregados para concreto: especificação. Rio de Janeiro, 2009.
- [19] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7215: cimento Portland: determinação da resistência à compressão. Rio de Janeiro, 1996.

- [20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. alvenaria estrutural: blocos de concreto: parte 2: execução e controle de obras. NBR 15961 – 2: Rio de Janeiro, 2011.
- [21] CAMACHO, Jefferson Sidney. Projeto de edifícios de alvenaria estrutural. Notas de aula, Núcleo de Ensino e Pesquisa da Alvenaria Estrutural – NEPAE, Universidade Estadual de São Paulo, Ilha Solteira, 2006.
- [22] CASTRO, Lucas Oliveira. Avaliação experimental da interação de paredes de blocos de concreto de alta resistência sob ações verticais. 163f. Dissertação Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG, 2015.
- [23] VICENTE, Gabriel dos Santos; SANTOS, White José dos; BRANCO, Luiz Antonio Melgaço Nunes; BARBOSA, Ricardo Antônio. Análise experimental da influência da espessura da argamassa de assentamento no desempenho mecânico de prismas de blocos de concreto experimental. Revista Construindo, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, Jul/Dez. 2013.