

ANÁLISE DA RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE UNIDADES E PRISMAS DE TIJOLOS MACIÇOS E BLOCOS CERÂMICOS DE VEDAÇÃO UTILIZADOS EM EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS DE PEQUENO PORTE

Salvador Noboa Filho (1); Sydney Furlan Jr. (2)

(1) Mestrando, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos
e-mail: snf@terra.com.br

(2) Professor Doutor, Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de São Carlos
e-mail: sydney@power.ufscar.br

RESUMO

Unidades cerâmicas de tijolos maciços e de blocos vazados com furos horizontais são muito empregadas na construção de edificações residenciais de pequeno porte, especialmente em casas térreas (eventualmente assobradadas). O tijolo maciço é utilizado há muito tempo como elemento estrutural. Já os blocos cerâmicos de vedação têm sido indevidamente empregados nestas construções, pois lhes é atribuída uma função estrutural incompatível com seu desempenho. Apresentam-se neste trabalho os procedimentos de ensaios e os resultados de resistência à compressão das unidades e de seus respectivos prismas, para três tipos de tijolos maciços e três tipos de blocos cerâmicos de vedação (furos horizontais), típicos do interior do estado de São Paulo, Brasil. Os resultados mostram que os tijolos maciços têm resistência elevada, praticamente independente do fabricante, com valores de eficiência entre 0,3 a 0,4 (razão entre a resistência de prisma e de unidade). E que os blocos vazados com furos horizontais, sem exceção, apresentam valores de resistência muito baixos, incompatíveis com o seu emprego como elemento estrutural, **constituindo grave risco à segurança**.

Palavras-chave: alvenaria, ensaio, tijolo, bloco cerâmico, edificação de pequeno porte.

ABSTRACT

The fired clay units (massive, horizontal and vertical holes) are used in small building (residential uses). The brick massive was used a long time with structural element. Recent the block horizontal holes are improper utilized in this constructions, because the perform them is incompatible with property.

This paper shows the results of test resistance of prism of varied material kinds used in these constructions (brick and blocks). The results show with the brick has high resistance, independent supplier and the block horizontal holes has low resistance, improper for structural uses.

Keywords: Masonry, Structure, Test, Bricks, Small constructions.

1 INTRODUÇÃO

Este trabalho, de caráter experimental, consistiu na caracterização geométrica e de resistência das unidades de alvenaria (tijolos e blocos) normalmente utilizados em edificações residenciais (usualmente térreas) do interior do estado de São Paulo, Brasil. Foram selecionadas unidades de tijolos maciços (9x19x5) de três fabricantes diferentes, de bloco cerâmico de 8 furos (9x19x19), de bloco cerâmico de 12 furos (14x19x19) e de bloco cerâmico de 9 furos (11,5x14x24). As unidades foram adquiridas em pontos de venda (depósitos de materiais de construção), com o cuidado da seleção aleatória em vários pontos do lote disponível.

A Foto 1 apresenta as unidades selecionadas para os ensaios. O tijolo maciço, por ser muito utilizado neste tipo de edificação, foi representado por amostras de 3 fabricantes, enquanto que para os blocos cerâmicos, a amostragem é representada, para cada faixa de dimensão, por apenas um fabricante. As amostras de tijolos maciços são identificadas pelo fabricante (XXX, ASF e JRT), enquanto os blocos cerâmicos são identificados pelas dimensões padronizadas (9x19x19, 14x19x19 e 11,5x14x24).



Foto 1 – Unidades dos materiais de ensaio

A caracterização geométrica consistiu no registro das dimensões, planeza e esquadro dos blocos cerâmicos, na identificação visual de defeitos, trincas ou quebras, e no peso das unidades. A caracterização da resistência consistiu na determinação da resistência da unidade (f_b) e da resistência de prisma (f_p).

A caracterização geométrica foi realizada conforme as normas NBR 7170:1983 [1] e NBR 15270-3:2005 [2], respectivamente para tijolos maciços e blocos cerâmicos de vedação. A caracterização de resistência da unidade foi realizada conforme as normas NBR 6460:1983 [3] (tijolo maciço) e NBR 15270-3:2005 (blocos cerâmicos de vedação). A caracterização da resistência de prisma, devido à falta de normalização, foi realizada com base na norma NBR 8215:1983 [4] (primas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural), adaptando-se a quantidade de unidades sobrepostas no prisma (5 unidades para os prismas de tijolos maciços e 3 unidades para os prismas de bloco cerâmico); a metodologia de ensaio de compressão foi feita conforme as normas NBR 6460:1983 e NBR 15270-3:2005.

A caracterização geométrica é importante, pois a modulação e a espessura das alvenarias dependem das dimensões da unidade utilizada. Grandes variações de dimensões entre as unidades comprometem a modulação (horizontal ou vertical) e a espessura das juntas de assentamento e do revestimento. A caracterização da massa específica é importante para se estimar o peso próprio da alvenaria. A caracterização das resistências é importante para a elaboração do projeto estrutural.

2 CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA

As dimensões dos tijolos são obtidas pela dimensão média de 24 unidades enfileiradas. As dimensões dos blocos são obtidas pela média das medidas individuais de cada unidade, inclusive das paredes externas e dos septos. Essa diferença na metodologia consiste no fato de que as normas relativas a tijolos maciços são de 1983, enquanto que a norma de blocos cerâmicos é de 2005. A primeira metodologia é de fácil implantação nas obras, visto que exige apenas uma trena com comprimento suficiente para a medida de 24 peças enfileiradas; a segunda metodologia apresenta maior dificuldade de implantação no canteiro de obra por consumir maior tempo de execução e pela necessidade de um paquímetro, ferramenta não usual nas obras. No entanto, pela medição individual é possível quantificar a variação destas medidas entre as unidades.

Os blocos cerâmicos também devem ser caracterizados quanto ao esquadro de uma das faces (face de assentamento) e quanto à planeza, também de uma das faces (face de revestimento).

A massa é obtida pela média da massa de cada unidade ensaiada. São obtidas a massa seca e a massa úmida de cada elemento. Neste trabalho, a medida da massa de cada unidade foi obtida pela secagem natural das unidades, representando a massa à temperatura e umidade natural. Este procedimento permite estimar o peso próprio da alvenaria com maior precisão do que os obtidos com os valores de massa seca ou massa úmida das unidades, visto que estas situações extremas ocorrem raramente durante a vida útil de uma edificação.

A Foto 2 mostra a metodologia utilizada para a obtenção das dimensões dos tijolos maciços e blocos cerâmicos; na Foto 3 se ilustra a obtenção das dimensões das paredes externas e das paredes internas (septos) dos blocos cerâmicos; na Foto 4, a obtenção da planeza e da massa dos blocos cerâmicos; e na Foto 5 os defeitos encontrados nas amostras, avaliados visualmente.



Foto 2 – Obtenção das dimensões externas dos tijolos e blocos cerâmicos

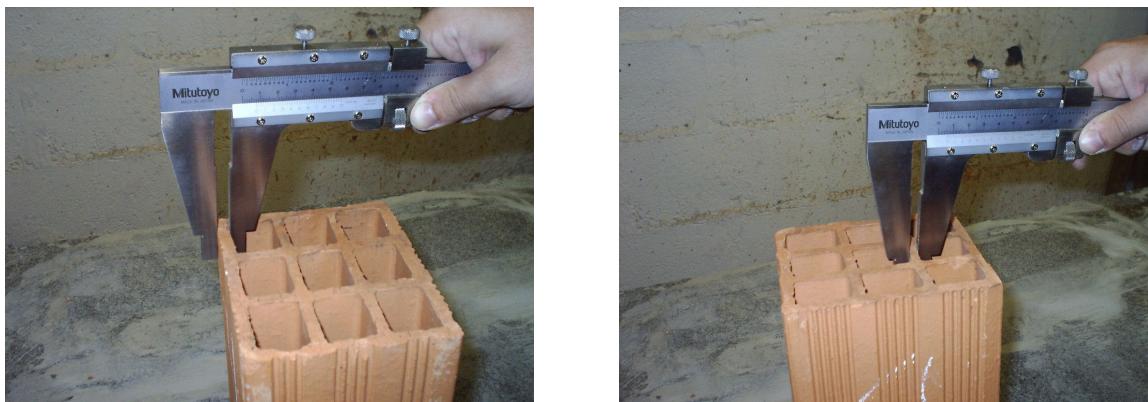


Foto 3 – Obtenção das dimensões das paredes dos blocos cerâmicos



Foto 4 – Obtenção das medidas de planeza e massa dos blocos cerâmicos



Foto 5 – Defeitos visíveis (queima diferenciada e quebras) nas unidades

A Tabela 1 apresenta o resumo dos valores médios das dimensões e massa das unidades ensaiadas. A dimensão padronizada para os tijolos maciços é de 9x5,7x19 (cm – largura, altura e comprimento). Observa-se que as amostras apresentaram dimensões médias próximas de 10x5x20 (medida não normalizada).

Os valores médios obtidos para os blocos cerâmicos apresentam maior proximidade com as dimensões normalizadas (considerada a tolerância de 3 mm). No entanto, ao comparar as medidas individuais com os valores de norma, onde a tolerância é de 5mm, observa-se que para os blocos cerâmicos 9x19x19, 13 das 24 das unidades ensaiadas apresentaram conformidade com as medidas; para o bloco cerâmico 14x19x19, apenas 6 das 24 unidades ensaiadas apresentaram conformidade para as três medidas; e para o bloco 11,5x14x24, das 24 unidades ensaiadas, apenas 1 não apresentou conformidade na medida do comprimento.

É conhecido que os tijolos e blocos normalmente não atendem às dimensões normalizadas, principalmente para os tijolos maciços, como foi constatado. Para os blocos cerâmicos ensaiados, a maior dispersão de valores em relação ao valor médio foi verificada na medida do comprimento das unidades (desvio padrão > 2,25).

Tabela 1 – Dimensões e massa – valores médios das unidades

Elemento	Dimensões médias			Massa (kg)
	largura (cm)	altura (cm)	comprimento (cm)	
Tijolo maciço XXX	10,06	4,81	21,24	1,453
Tijolo maciço ASF	10,37	4,79	21,22	1,733
Tijolo maciço JRT	10,01	4,41	20,78	1,333
Bloco 9x19x19	8,64	18,84	18,49	1,960
Bloco 14x19x19	14,34	19,47	19,52	3,592
Bloco 11,5x14x24	11,44	13,75	24,08	2,223

A Tabela 2 apresenta os valores médios da espessura das paredes externas e internas dos septos e os valores referentes ao esquadro e planeza, sempre referidos aos três tipos de blocos cerâmicos. Nos valores referentes à planeza, números negativos significam abaulamento da peça; números positivos indicam depressão.

O valor mínimo da espessura das paredes externas dos septos é de 7 mm, e das paredes internas de 6 mm. O desvio do esquadro ou da planeza deve ser menor que 3 mm. Pelos resultados obtidos, observa-se que nem todas as unidades atendem às exigências da norma.

Tabela 2 – Paredes dos septos, esquadro e planeza (valores médios)

Amostra	Paredes externas				Septos Internos (mm)	Esquadro (mm)	Planeza (mm)
	A (mm)	B (mm)	C (mm)	D (mm)			
9x19x19	7,76	7,84	8,65	9,08	6,41	3,98	2,51
14x19x19	7,70	8,62	9,38	9,94	6,07	1,36	0,76
11,5x14x24	8,17	8,23	7,69	7,81	6,20	1,07	-0,75

O não atendimento às dimensões normalizadas não representa um comprometimento estrutural. A grande variação das dimensões entre as unidades, entretanto, pode prejudicar a modulação e atrapalhar a execução.

3 CARACTERIZAÇÃO DA RESISTÊNCIA

Para a obtenção dos valores de resistência da unidade (f_b) foram produzidos 6 corpos de prova para cada tipo de unidade estudado. Para a obtenção dos valores de resistência de prisma (f_p) foram produzidos 3 corpos de prova para cada material analisado. Além disso, para os tijolos maciços XXX e ASF e para o bloco cerâmico 11,5x14x24, também foi empregado um segundo traço da argamassa de assentamento. E apenas para o tijolo maciço XXX (o mais empregado na região) foram realizados ensaios complementares, estudando-se a influência da espessura da junta, do revestimento da parede do prisma com argamassa, e da moldagem dos prismas numa obra padrão.

3.1 Resistência à compressão da unidade (f_b)

Para a verificação da resistência à compressão simples das unidades ensaiadas foram preparados 6 corpos de prova de cada tipo. O bloco cerâmico 11,5x14x24 foi ensaiado em duas posições (para

espessuras de 11,5 e 14 cm).

Os corpos de prova dos tijolos maciços foram preparados segundo a NBR 6460:1983. Os blocos cerâmicos, segundo a norma NBR 15270-3:2005. A Foto 6 ilustra os corpos de prova de tijolo maciço e bloco cerâmico, imediatamente antes do ensaio.

Para o ensaio, os corpos de prova foram imersos em água durante 24 horas e enxugados superficialmente; realizou-se a medição da face de trabalho (espessura e comprimento) e a aplicação da carga foi progressiva, à razão aproximada de 500 N/s.



Foto 6 – Corpos de prova – tijolos maciços

A Tabela 3 apresenta o resumo das resistências obtidas para os materiais ensaiados. Como esperado, os tijolos maciços apresentaram resistência muito maior do que a dos blocos cerâmicos, maior inclusive do que o valor de referência da classe de tijolos mais resistentes prevista na NBR 7170:1983 (4,0 MPa).

Entre os blocos cerâmicos, apenas o de 11,5x14x24 apresentou resistência acima do mínimo determinado pela NBR 15270-1:2005 [5] (1,50 MPa) para blocos de vedação. Os blocos cerâmicos 9x19x19 e 14x19x19 apresentaram resistência muito baixa.

A carga máxima obtida para o bloco cerâmico 11,5x14x24 (54 kN) foi um pouco maior que a obtida para o mesmo bloco na espessura de 14 cm (46 kN). Isto se deve ao fato da área líquida resistente ser praticamente a mesma. E ele funcionou melhor na espessura menor.

Tabela 3 – Resumo das resistências de unidade (f_b)

Unidade de alvenaria	Tensão de ruptura (MPa)
Tijolo maciço XXX	8,37
Tijolo maciço ASF	7,95
Tijolo maciço JRT	6,26
Bloco cerâmico 9x19x19	0,32
Bloco cerâmico 14x19x19	0,25
Bloco cerâmico 11,5x14x24	1,95
Bloco cerâmico 14x11,5x24	1,36

3.2 Resistência à compressão do prisma (f_p)

Os corpos de prova dos tijolos maciços foram constituídos pelo assentamento de cinco unidades justapostas, com junta de assentamento de 1,0 cm. Os corpos de prova dos blocos cerâmicos foram

constituídos pelo assentamento de três unidades justapostas, com junta de assentamento também de 1,0 cm. A dosagem da argamassa de assentamento utilizada foi de 1:2:9 (cimento:cal:areia), em volume. A Foto 7 ilustra os corpos de prova de tijolos maciços e de blocos cerâmicos. A Foto 8 ilustra os cuidados, usuais em obras, com a espessura da junta e com o prumo durante a execução dos corpos de prova.



Foto 7 – Corpos de prova: Prismas de tijolos maciços e blocos cerâmicos



Foto 8 – Verificação da espessura da junta e do prumo dos corpos de prova

Para avaliar as diferenças na resistência do prisma decorrentes da variação da resistência da argamassa, foi feita uma dosagem mais rica em cimento, com traço de 1:1:6 (cimento:cal:areia). Para esta situação foram preparados 3 conjuntos de corpos de prova, sendo 2 com tijolos maciços (tijolos XXX e ASF) e 1 com o bloco cerâmico 11,5x14x24. Também foram preparados 3 corpos de prova (para simular a situação da obra) numa obra típica acompanhada: argamassa produzida na obra, espessura de junta próxima à utilizada na alvenaria local (1,50 cm), sem a fiscalização técnica exercida no laboratório. Neste caso, apesar de se “conhecer” a dosagem da argamassa (1:2:9), não se fez nenhum controle. A unidade de alvenaria utilizada foi o tijolo maciço XXX.

Para avaliar a influência da espessura da junta e do revestimento com argamassa na resistência da alvenaria, foram preparados corpos de prova com junta de 1,5 cm e corpos de prova revestidos (inadvertidamente, sem chapisco). Estes corpos de prova foram executados apenas com o tijolo maciço XXX.

3.3 Análise dos resultados

A Tabela 4 apresenta os principais dados e resultados da resistência de prisma (média) para todas estas diversas simulações.

Tabela 4 – Resumo das resistências de prismas (f_p)

Especificação dos Corpos de prova e simulação ensaiada	Unidades assentadas	Argamassa de assentamento	Espessura da junta	Revestimento	Tensão de ruptura
					(MPa)
Prisma de tijolo maciço XXX	5	Ib	1,0	-	3,63
Prisma de tijolo maciço ASF	5	Ia	1,0	-	3,16
Prisma de tijolo maciço JRT	5	Ia	1,0	-	3,15
Prisma de bloco cerâmico 9x19x19	3	Ia	1,0	-	0,28
Prisma de bloco cerâmico 14x19x19	3	Ia	1,0	-	0,15
Prisma de bloco cerâmico 11,5x14x24	3	Ia	1,0	-	0,80
Prisma de bloco cerâmico 14x11,5x24	3	Ia	1,0	-	0,57
Prisma de tijolo maciço XXX, $e=1,50\text{cm}$	5	Ib	1,5	-	3,96
Prisma de tijolo maciço XXX, revestido	5	Ib	1,0	SIM	3,96
Prisma de tijolo maciço XXX, argamassa II	5	II	1,0	-	4,70
Prisma de tijolo maciço ASF, argamassa II	5	II	1,0	-	3,86
Prisma de bloco cerâmico 11,5x14x24, argamassa II	3	II	1,0	-	0,77
Prisma de tijolo maciço XXX, feito na obra	5	-	1,5	-	3,63
Média dos prismas de tijolos maciços	-	-	-	-	3,76
Argamassa de assentamento Ia (1:2:9 - 1 ^a mistura)	-	-	-	-	1,13
Argamassa de assentamento Ib (1:2:9 - 2 ^a mistura)	-	-	-	-	1,96
Argamassa de assentamento II (1:1:6)	-	-	-	-	5,70
Argamassa de revestimento (1:2:9)	-	-	-	-	2,72

Durante a confecção dos corpos de prova a quantidade inicialmente prevista de argamassa de assentamento foi insuficiente para a moldagem de todos os prismas, fato que obrigou a produção de uma segunda quantidade da mesma argamassa (denominadas argamassa Ia e Ib). Apesar de a dosagem ser a mesma (traço 1:2:9), houve diferença significativa de resistência à compressão entre elas. Isto pode decorrer principalmente de: dosagem em volume, tempo para utilização do material, e variação na quantidade de água (acrescentada de forma a obter-se uma argamassa com a consistência desejada). Isso mostra que, na obra, mesmo mantendo-se o traço constante, a variação de resistência da argamassa pode ser significativa. No caso deste ensaio a diferença entre as resistências da primeira e da segunda dosagem foi de 70%.

Os resultados refletiram este fato. A argamassa utilizada para espessura de junta de 1,50 cm (argamassa Ib) tinha maior resistência que a utilizada na junta de espessura de 1,0 cm. Assim, a resistência nos prismas com junta de assentamento de 1,5 cm foi maior (ao contrário do esperado). A mesma argamassa (Ib) foi utilizada na confecção dos prismas revestidos (com espessura de 1,0 cm), cujos resultados foram semelhantes aos dos prismas com espessura de 1,5 cm. Ou seja, o revestimento não ajudou na resistência, pois se destacou muito antes da ruptura (ressalta-se a ausência do chapisco). Além disso, desconsiderando a influência do revestimento, a diferença de espessura não alterou a resistência dos corpos de prova, o que também não era esperado.

Todos os prismas de tijolos moldados com argamassa II apresentaram acréscimo nos valores de resistência à compressão, da ordem de 20%.

Os blocos cerâmicos 9x19x19 e 14x19x19 apresentaram valores muito baixos para a resistência de prisma, ratificando os resultados dos ensaios das unidades, que inviabilizam até sua utilização como elemento de vedação. Os blocos cerâmicos 11,5x14x24 e 14x11,5x24 apresentaram valores compatíveis com a utilização como elemento de vedação. Mesmo com o aumento da resistência da argamassa (argamassa II) não houve acréscimo na resistência do prisma.

O prisma executado na obra (sem controle) apresentou resistência semelhante ao executado no laboratório. Destaca-se que a unidade de alvenaria (tijolo maciço XXX), a dosagem da argamassa (1:2:9) e a mão de obra foram as mesmas que as utilizadas no laboratório.

A título de ilustração, a Tabela 5 apresenta os valores do fator de eficiência (FE) entre a resistência de prisma e da unidade ensaiada (f_p/f_b), e entre a resistência prevista da alvenaria e da unidade ensaiada ($f_{alv,previsto}/f_b$). A resistência prevista da alvenaria ($f_{alv,previsto}$) foi calculada segundo formulação do Eurocode 6:2001 [6] que utiliza os valores de resistência da unidade de alvenaria e da argamassa. ($f_{alv,previsto}=K.(m_c.f_{b,ensaio}.\delta))^{0,7}.f_m^{0,3}$)

Tabela 5 – Fator de eficiência

Unidade de alvenaria	Resistência			Fator de eficiência	
	Unidade ($f_{b,ensaio}$)	Prisma ($f_{p,ensaio}$)	Alvenaria ($f_{alv,previsto}$)	(f_p/f_b)	(f_{alv}/f_b)
	(MPa)	(MPa)	(MPa)		
Tijolo maciço XXX	8,37	3,63	2,51	0,43	0,30
Tijolo maciço ASF	7,95	3,16	2,06	0,40	0,26
Tijolo maciço JRT	6,26	3,15	1,74	0,50	0,28
Bloco cerâmico 9x19x19	0,32	0,28	0,20	0,88	0,63
Bloco cerâmico 14x19x19	0,25	0,15	0,16	0,60	0,64
Bloco cerâmico 11,5x14x24	1,95	0,80	0,62	0,41	0,32
Bloco cerâmico 14x11,5x24	1,36	0,57	0,44	0,42	0,32
Tijolo maciço XXX (II)	8,37	4,70	3,46	0,62	0,46
Tijolo maciço ASF (II)	7,95	3,86	3,34	0,54	0,47
Blc. cerâmico 11,5x14x24 (II)	1,95	0,77	1,01	0,47	0,62

Os tijolos maciços apresentaram FE (f_p/f_b) próximo de 0,4 e FE (f_{alv}/f_b) próximo de 0,3. Os blocos cerâmicos apresentaram FE (f_p/f_b) entre 0,4 e 0,9 e FE(f_{alv}/f_b) entre 0,3 e 0,6. O bloco cerâmico 11,5x14x24 apresentou resultados semelhantes para as espessuras de 11,5 e 14 cm.

O Gráfico 1 apresenta uma síntese comparativa entre as resistências das unidades ensaiadas ($f_{b,ensaio}$), as resistências dos prismas ensaiados ($f_{p,ensaio}$) e as resistências das alvenarias calculados segundo o Eurocode 6:2001 ($f_{alv,previsto}$).

COMPARATIVO ENTRE AS RESISTÊNCIAS

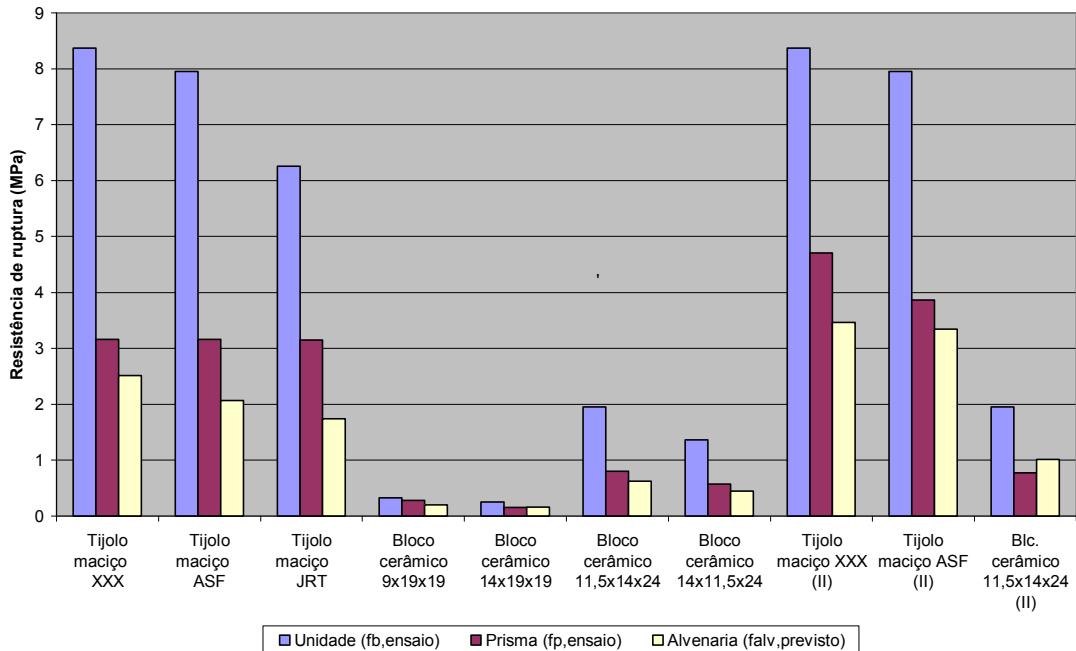


Gráfico 1 – Comparativo entre as resistências

A influência da resistência da argamassa na resistência da alvenaria pode ser observada nos valores da resistência média do prisma para os tijolos maciços XXX e ASF. O mesmo não se observou para o bloco cerâmico 11,5x14x24.

A argamassa de traço 1:2:9 apresentou grande variação na resistência à compressão entre as três massadas (1,13 MPa, 1,96 MPa e 2,72 MPa). Embora a dosagem em peso seja tecnicamente mais recomendada, é comum a dosagem em volume. Para a execução da argamassa no local, a resistência à compressão esperada para este traço, segundo a BS 5628:1992 [7], era de 1,0 MPa e de 1,5 MPa, quando realizada na obra e no laboratório, respectivamente. Já a argamassa de traço 1:1:6, com resistência esperada de 2,50 MPa e 3,60 MPa, nas mesmas condições anteriores, apresentou o valor de resistência de 5,70 MPa.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os ensaios realizados contemplam uma pequena quantidade de tijolos e blocos cerâmicos utilizados na tipologia estudada. Durante a etapa de seleção dos grupos de tijolos e blocos cerâmicos a serem ensaiados, a preferência recaiu naqueles mais empregados na região (Ribeirão Preto e São Carlos - interior do estado de São Paulo).

A falta de definições (normas técnicas) para a elaboração dos ensaios de prismas de tijolos e blocos cerâmicos de vedação dificulta a comparação de resultados com outras pesquisas realizadas. A principal diferença entre os ensaios de prismas está na quantidade de unidades sobrepostas (prismas de 2, 3 e 5 elementos).

Os resultados da resistência à compressão de prisma dos diferentes tipos de tijolos maciços foram próximos entre si (3,63 MPa a 3,15 MPa), com valores apropriados para serem usados como elemento resistente em edificações de pequena altura (desde que compatíveis com as solicitações). Para os blocos cerâmicos nas dimensões 9x19x19, os valores obtidos também foram próximos entre si; no entanto, os valores foram muito baixos (menores que 0,3 MPa), que inviabilizam seu uso até como elemento de vedação; e para os blocos cerâmicos 11,5x14x24 e 14x11,5x24, os valores de resistência

do prisma obtidos foram compatíveis com seu uso como elemento de vedação (**ou seja, seu uso com função estrutural é inedequado**), sendo que as cargas de ruptura foram próximas entre os dois blocos (as tensões de ruptura variaram devido à diferença na espessura).

Para maiores detalhes sobre os ensaios realizados e seus resultados, consultar NOBOA FILHO [8].

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7170**: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria, Rio de Janeiro, 1983.
- [2] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-3**: Componentes cerâmicos – Parte 3 – Blocos cerâmicos para alvenaria estrutural e de vedação – Método de ensaio, Rio de Janeiro, 2005.
- [3] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6460**: Tijolo maciço cerâmico para alvenaria – verificação da resistência à compressão, Rio de Janeiro, 1983.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8215**: Prismas de blocos vazados de concreto simples para alvenaria estrutural: Preparo e ensaio à compressão, Rio de Janeiro, 1983.
- [5] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15270-1**: Componentes cerâmicos – Parte 1 – Blocos cerâmicos para alvenaria de vedação – Terminologia e requisitos, Rio de Janeiro, 2005.
- [6] EUROPE COMITEE FOR STANDARDIZATION. **EC prEN 1996-1-1**: Redraft 9A: Design of masonry structures part 1-1: General rules for buildings – Rules for reinforced and unreinforced masonry. English Version. 2001.
- [7] BRITISH STANDARD INSTITUTIONI - BS. **BS-5628:part 1**: Code of practice for structural use of masonry part 1: structural use of unreinforced masonry. London, 1992.
- [8] NOBOA FILHO, Salvador. Sobre o emprego de tijolos e blocos de vedação com função estrutural em edificações de pequeno porte. 2007. p. 316. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2007.