

## **O USO DE ALVENARIA DE VEDAÇÃO COM FUNÇÃO ESTRUTURAL EM EDIFICAÇÕES 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**

A construção de edificações térreas e assobradadas de pequeno e médio porte no interior do estado de São Paulo, especialmente para fins residenciais, é predominantemente realizada segundo processos construtivos tradicionais, onde se empregam tijolos cerâmicos maciços ou blocos de vedação com função estrutural, que servem de apoio para as lajes. Os painéis de alvenaria são amarrados por escalonamento, sem estrutura de concreto (vigas e pilares). Esse particular modo de construir não possui respaldo em normas técnicas específicas. Ele apresenta uma similaridade fundamental com a alvenaria estrutural: o conceito da alvenaria resistente, ou seja, o elemento alvenaria, além da função de vedação, é o principal elemento estrutural. No entanto, não atende aos demais importantes requisitos característicos dos processos construtivos em alvenaria estrutural, quais sejam: cálculo racional com segurança estabelecida, previsão de resistência mecânica dos elementos, projeto detalhado (modulação, instalações hidro-sanitárias e elétricas compatíveis com a integridade das paredes), controle tecnológico e de execução, entre outros. Nestas obras, a especificação da alvenaria ocorre de forma empírica, quase sempre com base na experiência profissional de pedreiros e, eventualmente, de engenheiros, documentada apenas num projeto padrão de prefeitura.

Através de exemplos representativos, calculam-se as solicitações nas paredes segundo diferentes hipóteses de distribuição do carregamento vertical; quantifica-se a capacidade resistente segundo os critérios de dimensionamento utilizados pelas normas brasileira (com as adaptações necessárias), britânica e européia. E comparam-se estes valores com a resistência de prisma de diversos tipos de unidades empregadas na execução destas edificações, obtidos em ensaios realizados. A partir dos resultados obtidos, entre outras conclusões, destaca-se o potencial de uso do tijolo maciço e a impropriedade de uso dos blocos de vedação com furos horizontais; e a pertinência de uso das normas internacionais para o dimensionamento, que preenchem importante lacuna da norma brasileira de alvenaria estrutural para edificações de pequeno porte.

Palavras-chave: alvenaria, projeto, dimensionamento, edificações de pequeno porte.

### **ABSTRACT**

The small and medium size, ground or one floor constructions in the inner São Paulo state (Brazil), specially the residential ones, are predominantly build with massive ceramic brick of structural function closure blocks without structural concrete (beam or columns). This study is focused in theses building. Using representative examples, find out calculations requested by walls are estimated according to different hypothesis of vertical loads distribution, the resistant capacity according to the dimension criterion applied by the Brazilian (adapted if necessary), British and European rules are determined; this values are then compared with the resistance of prism of varied material kinds used in this constructions (brick and blocks) obtained in tests. Based on these results, the structural viability is assessed. One of the many conclusions is the potential suitable use of the massive brick and the relevance of the international standard adoption to the dimension process, to fulfill the small building Brazilian structural masonry standard omission.

Keywords: Masonry, Structure, Design, Small constructions.

## 1 INTRODUÇÃO

A construção de edificações térreas e assobradadas de pequeno e médio porte no interior do estado de São Paulo, Brasil, especialmente para fins residenciais, é predominantemente realizada segundo processos construtivos tradicionais, onde se empregam tijolos cerâmicos maciços ou blocos de vedação com função estrutural, que servem de apoio para as lajes. Os painéis de alvenaria são amarrados por escalonamento, sem estrutura de concreto (vigas e pilares). Esse particular modo de construir não possui respaldo em normas técnicas específicas. Ele apresenta uma similaridade fundamental com a alvenaria estrutural: o conceito da alvenaria resistente, ou seja, o elemento alvenaria, além da função de vedação, é o principal elemento estrutural. No entanto, não atende aos demais importantes requisitos característicos dos processos construtivos em alvenaria estrutural, quais sejam: cálculo racional com segurança estabelecida, previsão de resistência mecânica dos elementos, projeto detalhado, controle tecnológico e de execução, entre outros.

Apesar de corriqueiro em pequenas construções, o uso empírico da alvenaria como elemento resistente não é indicado. Há falta de informações e estudos, e, principalmente, inexiste respaldo em normas técnicas correlatas. A norma de alvenaria estrutural seria a mais adequada para tratar destes casos, mas há uma lacuna relativamente ao emprego de unidades cerâmicas, incluindo-se o tijolo maciço, largamente empregado nestes casos. É nesse contexto que se inseriu este trabalho. De estudar este setor, sob a ótica da alvenaria estrutural, de forma científica e sem preconceitos.

Baseado nos critérios de dimensionamentos de três normas de alvenaria estrutural (norma brasileira, britânica e europeia), apresentam-se os resultados obtidos do estudo de 13 exemplos de edificações residenciais térreas e assobradadas. Para diversos tipos de tijolos e blocos, identificam-se os valores de resistência necessária para a unidade, comparando-as com as respectivas resistências obtidas em ensaios.

## 2 CONSIDERAÇÕES GERAIS SOBRE O DIMENSIONAMENTO

O dimensionamento foi feito segundo a norma brasileira NBR 10837:1989 [1]; britânica BS 5628:1992 [2] e europeia EuroCode 6:1995 [3]. Os resultados obtidos representam as resistências necessárias para cada parede: pela norma brasileira a resistência necessária é a resistência média de prisma e pelas normas britânica e europeia é a resistência característica da alvenaria.

No caso da NBR 10837:1989 os resultados são apenas ilustrativos, pois nem sempre estão satisfeitas diversas premissas para o emprego da norma: material (bloco de concreto), espessura mínima (14 cm), esbeltez máxima (20) e resistência mínima (4,5 MPa).

Para a aplicação da norma BS 5628:1992 foi adotado  $\gamma_m = 3,5$  (valor máximo recomendado pela norma e considerado adequado para os casos estudados); e  $\gamma_f = 1,4$  para cargas permanentes e acidentais (o valor exato seria de 1,4 para cargas permanentes e de 1,6 para cargas acidentais; no entanto, em conformidade com a NBR 8681:2003 [4], que adota os mesmos valores, permite-se considerar o valor de 1,40 quando estes esforços são analisados conjuntamente).

Pela BS, a excentricidade total foi calculada considerando os valores dos carregamentos da laje à esquerda e à direita de cada parede, acrescida da excentricidade acidental. Pela norma britânica, a excentricidade acidental é nula no topo e base, com valor máximo na meia altura da parede. A excentricidade devido ao carregamento varia do máximo a zero, do topo à base, adotando-se na região central 60% do seu valor máximo.

Assim, a excentricidade no topo da parede é devida ao carregamento; na região central, 60% da excentricidade do carregamento mais a excentricidade acidental; na base, as excentricidades do carregamento e acidental são nulas, sendo adotado o valor mínimo de  $0,05.t$ .

A norma britânica permite ainda utilizar o conceito de altura efetiva. Para paredes de 3,0m de altura, o

valor efetivo resulta em 2,25m (0,75.h), pois as paredes são travadas no topo pela laje. Assim, para a espessura de parede de 10 cm, típica do tijolo maciço, a esbeltez resulta em 22,5, menor que a máxima permitida (27), sem comprometer demasiadamente o aumento do valor da excentricidade accidental.

Na utilização do Eurocode 6:1995, adotou-se  $\gamma_m = 3,0$  e  $\gamma_f = 1,4$  para cargas permanentes e acidentais (de modo similar ao anterior). A excentricidade do carregamento foi calculada como pela norma britânica; mas muda o valor da excentricidade accidental, considerada constante ao longo da altura da parede. Por se considerar os travamentos laterais das paredes, em muitos casos a altura efetiva resulta menor que os valores obtidos pela norma britânica, diminuindo a esbeltez da parede.

Registra-se que o Eurocode apresenta o cálculo da excentricidade devida ao carregamento apenas em função dos momentos aplicados no topo da parede. Como neste trabalho o momento de engastamento da laje na alvenaria é considerado nulo (situação comum quando da utilização de lajes pré fabricada), a excentricidade do carregamento também foi considerada pela aplicação excêntrica do carregamento da laje na alvenaria, decrescendo até zero na base, como na BS 5628. A diferenciação entre as unidades de alvenaria (tijolos maciços e blocos cerâmicos) é contemplada na resistência característica da alvenaria, e não no cálculo da resistência necessária.

Nestas duas normas internacionais são realizadas três verificações para a determinação da resistência necessária da alvenaria: no topo, na região central e na base da parede, alterando-se o valor do carregamento e da excentricidade. O carregamento no topo foi considerado devido à ação das lajes, vigas e vergas. No meio da parede acrescentou-se metade do seu peso próprio e, na base da parede, todo o seu peso próprio. No dimensionamento, a esbeltez da parede e a excentricidade do carregamento são fatores condicionantes do resultado final.

### 3 EXEMPLOS

Foram estudados 13 exemplos, característicos do tipo de obra enfocado, contemplando edificações com padrões de popular a médio-alto. Como ilustração, as figuras 1, 2, 3 e 4 apresentam a arquitetura de alguns exemplos (1, 4, 9, 10, 11 e 13). Para maiores detalhes sobre o cálculo detalhado de todos os exemplos, consultar NOBOA FILHO [5].

A Tabela 1 apresenta um resumo das características dos exemplos e os estudos realizados. O tipo de alvenaria abrange os materiais comumente utilizados na prática, alguns indevidamente (blocos cerâmicos de vedação). O tipo 1 representa uma alvenaria de tijolos maciços com espessura de 10 cm. Os tipos 2 e 3 representam uma alvenaria com bloco cerâmico 9x19x19, assentados com as espessuras de 9 e 19 cm. Os tipos 4 e 5 representam uma alvenaria com bloco cerâmico 11,5x14x24, assentados com as espessuras de 11,5 e 14cm.

A Tabela 2 apresenta o resumo das resistências necessárias obtidas por cada norma para os exemplos estudados, relativos às edificações térreas e ao pavimento superior das assobradadas, apenas para os tipos de alvenaria 1, 4 e 5. Estes valores correspondem à maior resistência necessária obtida nas paredes considerando a interação por paredes isoladas (situação conservadora). O Gráfico 1 ilustra este comparativo dos resultados obtidos entre as normas estudadas apenas para a alvenaria tipo 1 (tijolo maciço).

Em alguns casos, o arranjo das paredes poderia ser otimizado (o que não se detalha neste trabalho), obtendo-se resistências necessárias menores, visto que em muitos casos a parede mais solicitada exige uma resistência necessária muito maior que as demais (por volta do dobro da segunda parede mais solicitada). Normalmente, as paredes de maior resistência necessária são paredes isoladas, entre dois caixilhos, às vezes com dimensões de pilares. Esta parece ser uma situação de grande relevância a ser considerada na concepção dos projetos. Reduções significativas podem ser alcançadas com ajustes na arquitetura, tais como: deslocamento de caixilhos, ligação entre as paredes, aumento da espessura da parede, entre outros.

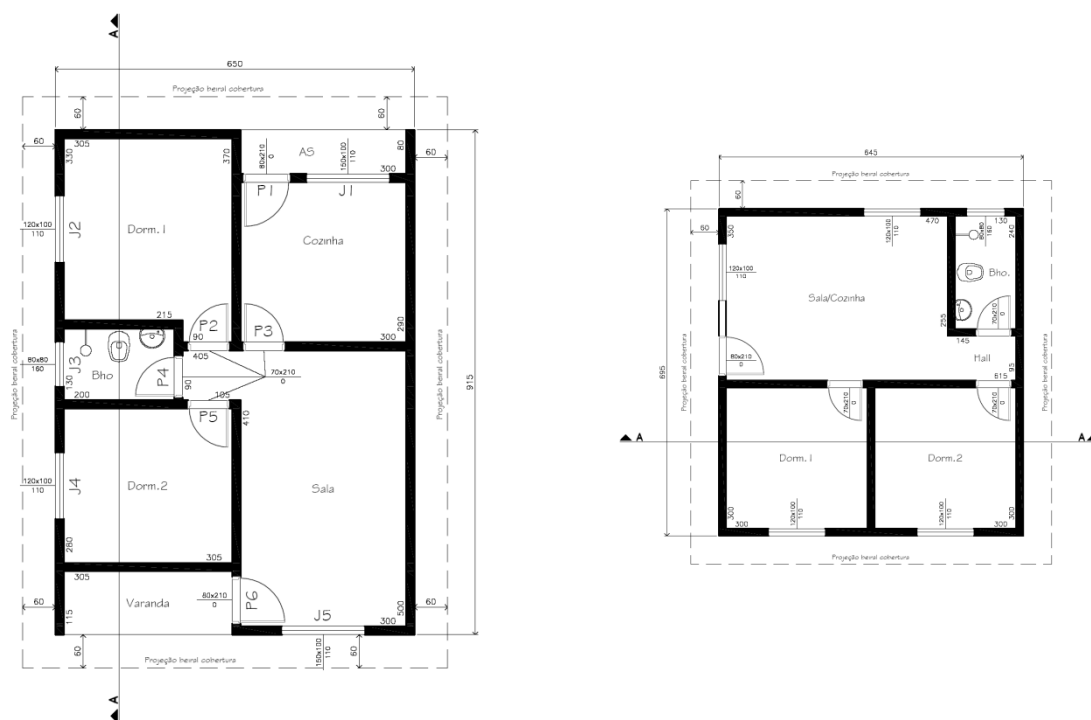
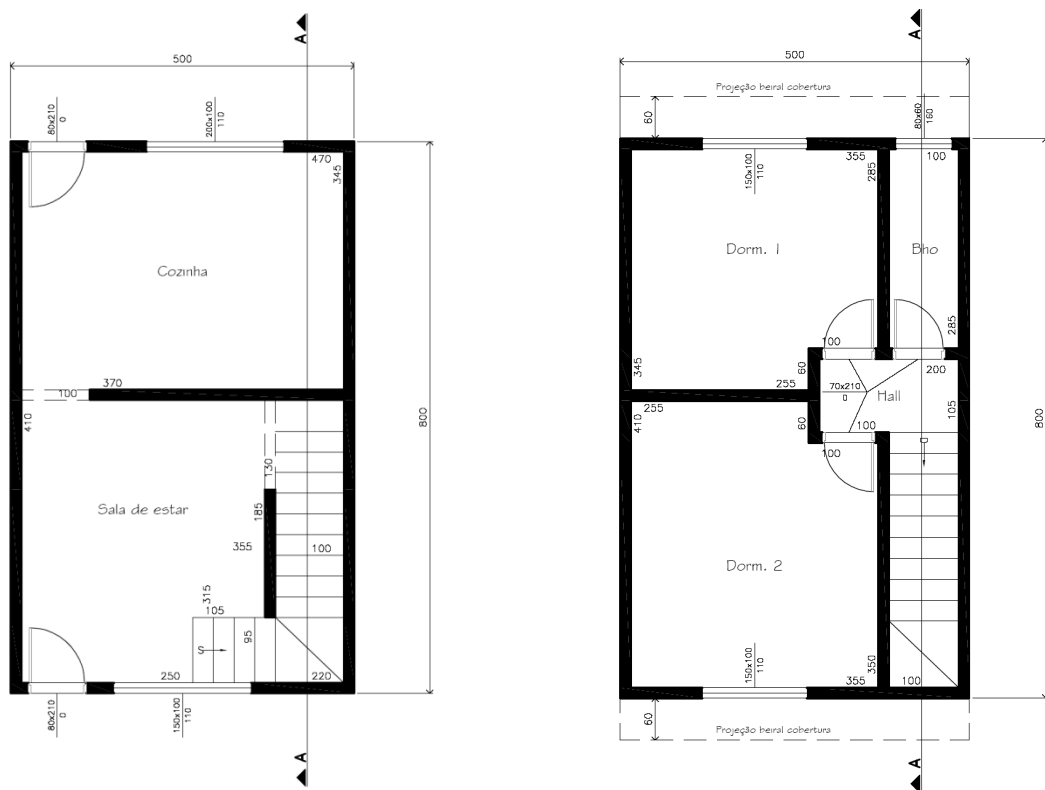


Figura 1 – Arquitetura dos Exemplos 1 e 4



Figura 2 – Arquitetura dos Exemplos 9 e 10



**Figura 3 – Arquitetura do Exemplo 11: Pavimento inferior e superior**



**Figura 4 – Arquitetura do Exemplo 13: Pavimento inferior e superior**

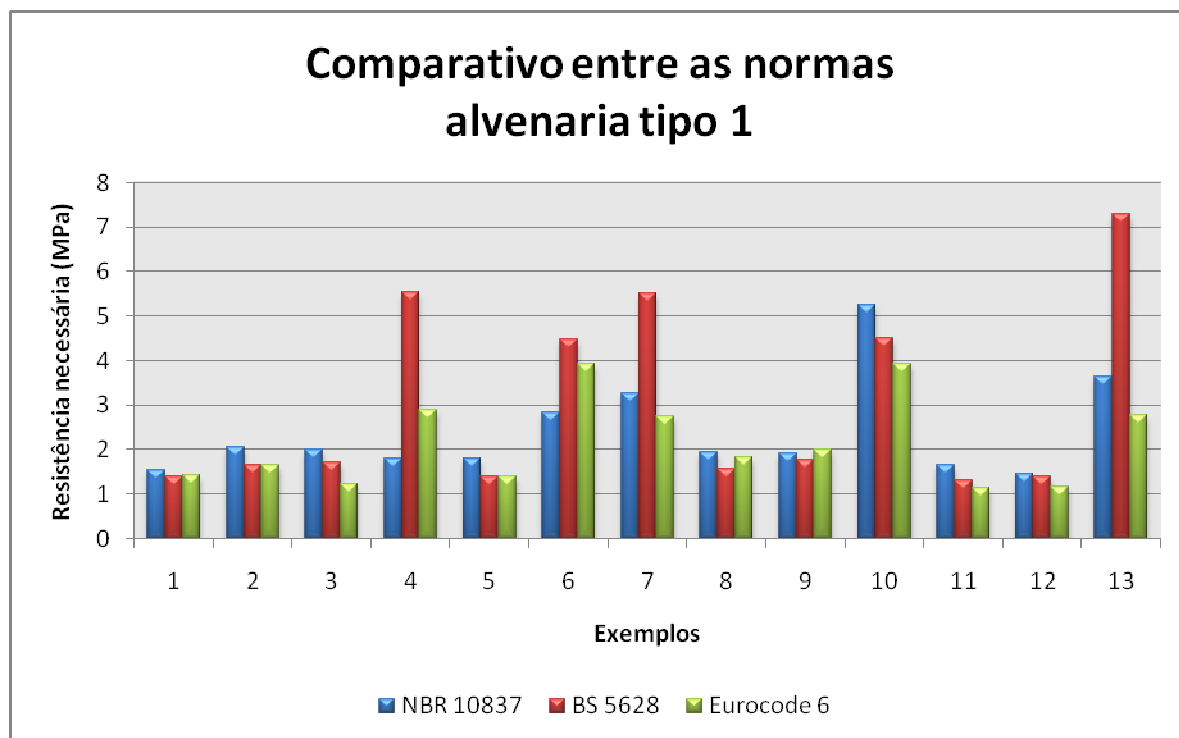
**Tabela 1 – Estudos realizados para os exemplos**

Exemplo	Descrição	Estudos realizados
1	Residência térrea, 2 dormitórios e aproximadamente 60 m <sup>2</sup>	<p>Tipo de laje: Laje pré-moldada bidirecional</p> <p>Interação entre as paredes: Paredes isoladas Grupos isolados Distribuição a 45°</p> <p>Variação do tipo de alvenaria (unidade e esp.)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>1- Tijolo maciço (10 cm)</li> <li>2- Bloco cerâmico 9x19x19 (9 cm)</li> <li>3- Bloco cerâmico 9x19x19 (19 cm)</li> <li>4- Bloco cerâmico 11,5x14x24 (11,5 cm)</li> <li>5- Bloco cerâmico 11,5x14x24 (14 cm)</li> </ul>
2	Residência térrea, 2 dormitórios e aproximadamente 62 m <sup>2</sup>	
3	Residência térrea, 1 dormitório e 40 m <sup>2</sup> , mais varanda (15 m <sup>2</sup> )	
4	Residência térrea, 2 dormitórios e aproximadamente 45 m <sup>2</sup>	
5	Residência térrea, 3 dormitórios e aproximadamente 67 m <sup>2</sup>	
6	Residência térrea, 2 dormitórios e aproximadamente 52 m <sup>2</sup>	
7	Residência térrea, 2 dormitórios e aproximadamente 85 m <sup>2</sup>	
8	Residência térrea, 3 dormitórios e aproximadamente 60 m <sup>2</sup>	
9	Residência térrea, 3 dorm., 1 escritório e aprox. 107 m <sup>2</sup> mais abrigo (26 m <sup>2</sup> )	
10	Residência térrea, 3 dormitórios, 1 escritório e aprox. 150 m <sup>2</sup> mais abrigo (33 m <sup>2</sup> )	
11	Residência assobradada, 2 dorm. e 80 m <sup>2</sup>	
12	Residência assobradada, 4 dorm., 1 escritório e aprox. 140 m <sup>2</sup>	
13	Residência assobradada, 4 dorm., 2 salas e aproximadamente 236 m <sup>2</sup> mais abrigo e varanda (50 m <sup>2</sup> )	

**Tabela 2 – Comparativo de resistências necessárias entre as normas**

Exemplo	Alvenaria tipo 1			Alvenaria tipo 4			Alvenaria tipo 5		
	NB	BS	EC	NB	BS	EC	NB	BS	EC
	f <sub>p</sub>	f <sub>alv</sub>	f <sub>alv</sub>	f <sub>p</sub>	f <sub>alv</sub>	f <sub>alv</sub>	f <sub>p</sub>	f <sub>alv</sub>	f <sub>alv</sub>
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
<b>1</b>	1,54	1,39	1,44	0,99	1,09	1,11	0,76	0,75	0,77
<b>2</b>	2,05	1,65	1,65	1,37	1,41	1,18	1,03	1,03	0,90
<b>3</b>	2,01	1,72	1,24	1,46	1,41	0,95	1,11	1,41	0,82
<b>4</b>	1,81	5,54	2,90	1,21	ND	2,13	0,91	1,06	1,38
<b>5</b>	1,80	1,39	1,41	1,20	1,22	1,02	0,91	0,90	0,78
<b>6</b>	2,83	4,47	3,94	1,84	ND	2,24	1,40	1,88	1,49
<b>7</b>	3,27	5,50	2,74	1,97	5,27	1,82	1,54	2,14	1,50
<b>8</b>	1,94	1,57	1,83	1,30	1,29	1,27	0,98	0,74	0,89
<b>9</b>	1,93	1,77	1,99	1,38	1,47	1,41	1,09	1,16	0,99
<b>10</b>	5,26	4,50	3,94	2,95	4,17	2,44	2,38	2,37	2,08
<b>11<sup>(*)</sup></b>	1,67	1,31	1,15	1,15	1,14	0,88	0,89	0,87	0,74
<b>12<sup>(*)</sup></b>	1,47	1,39	1,16	0,99	1,13	0,91	0,76	0,74	0,72
<b>13<sup>(*)</sup></b>	3,65	7,29	2,79	2,47	ND	2,03	1,85	2,75	1,50

\* Dimensionamento do pavimento superior



**Gráfico 1 – Comparativo de resistências necessárias entre normas – alvenaria tipo 1**

### 3.1 Análise por grupos isolados

A não consideração de interação entre paredes (método de distribuição por paredes isoladas) é uma hipótese conservadora. Assim, considera-se neste item a interação entre as paredes, ainda que se saiba que a interação para edificações térreas possa ser menos efetiva (na verdade, o carregamento proveniente da laje, próximo de 50% da carga total, por ser aplicado no topo, pode ser distribuído entre as paredes vizinhas). A Tabela 3 apresenta os valores de resistência necessária de cada exemplo, obtidos no dimensionamento pelo Eurocode, considerando a interação entre as paredes pelo método de grupos isolados. A Tabela 4 apresenta os valores de resistência necessária **para o primeiro pavimento** dos exemplos assobradados, para as mesmas condições.

Novamente adotando-se a alvenaria 1 como referência, observa-se que os valores obtidos são inferiores a 3,0 MPa. O valor médio (referido à parede mais solicitada de cada exemplo) é igual a 1,85 MPa.

Outra análise interessante se refere às alvenarias de espessura de 9 cm e 11,5 cm. Apesar de os blocos considerados neste trabalho (utilizados na composição do carregamento) serem blocos com furos horizontais (de resistência muito reduzida, sem potencial de uso como elemento resistente), pode-se extrapolar a discussão para os blocos de vedação similares aos empregados em alvenaria estrutural, com furos verticais. Estes blocos têm desempenho estrutural muito superior, além das outras vantagens que incorporam ao processo construtivo. A resistência destes blocos atingem facilmente o valor característico de 4,5 MPa, apesar do valor mínimo estabelecido por norma para estes blocos de vedação ser de 3,0 MPa.

Os **valores médios** da resistência necessária de todos os exemplos para os casos de 1 pavimento foram 2,50 MPa e 1,49 MPa, para espessuras de 9 cm e 11,5 cm. Para o bloco de 11,5 cm, o valor máximo de resistência necessária da parede (de todos os exemplos) foi de 2,5 MPa e 3,5 MPa, para 1 e 2 pavimentos, respectivamente; as médias dos valores máximos foram 1,49 MPa e 3,07 MPa. Considerando que o valor máximo se refere a apenas algumas paredes (com possibilidade de grauteamento), certamente seria possível empregar estes blocos em diversas situações. A um bloco de

4,50 MPa corresponde uma resistência da alvenaria de 1,65 MPa (segundo formulação do EC). Com o grauteamento, pode-se atender a praticamente todos os exemplos apresentados, lembrando-se ainda que é possível uma otimização dos projetos.

**Tabela 3 – Resumo das resistências necessárias pelo EC – 1 pavimento**

Exemplo	tipo de alvenaria				
	1 tj maciço (10 cm)	2 bl. 9x19x19 (9 cm)	3 bl. 9x19x19 (19 cm)	4 bl. 11,5x14x24 (11,5 cm)	5 bl. 11,5x14x24 (14 cm)
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
<b>1</b>	1,43	1,92	0,56	1,09	0,75
<b>2</b>	1,65	1,89	0,67	1,18	0,87
<b>3</b>	1,24	1,36	0,53	0,88	0,67
<b>4</b>	2,40	2,80	0,79	1,74	1,14
<b>5</b>	1,22	1,41	0,48	0,84	0,62
<b>6</b>	2,24	2,63	0,88	1,50	1,44
<b>7</b>	2,74	2,97	1,10	1,82	1,40
<b>8</b>	1,93	2,45	0,56	1,35	0,94
<b>9</b>	2,20	2,74	0,71	1,58	1,09
<b>10</b>	2,92	2,99	1,57	2,06	1,76
<b>11<sup>(*)</sup></b>	0,99	1,06	0,42	0,70	0,56
<b>12<sup>(*)</sup></b>	1,11	1,35	0,47	0,83	0,60
<b>13<sup>(*)</sup></b>	2,00	2,39	1,05	1,69	1,39
<b>Média</b>	1,85	2,15	0,75	1,33	1,02

\* Dimensionamento do pavimento superior

**Tabela 4 – Resumo das resistências necessárias pelo EC – 2 pavimento**

Exemplo	tipo de alvenaria				
	1 tj maciço (10 cm)	2 bl. 9x19x19 (9 cm)	3 bl. 9x19x19 (19 cm)	4 bl. 11,5x14x24 (11,5 cm)	5 bl. 11,5x14x24 (14 cm)
	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)	(MPa)
<b>11<sup>(*)</sup></b>	3,58	3,93	1,67	2,51	2,15
<b>12<sup>(*)</sup></b>	3,56	4,03	1,18	2,36	1,66
<b>13<sup>(*)</sup></b>	3,20	3,57	1,63	2,40	2,04
<b>Média</b>	3,45	3,84	1,49	2,42	1,95

\* Dimensionamento do pavimento inferior



#### 4 VIABILIDADE DE USO DE TIJOLOS E BLOCOS DITOS DE VEDAÇÃO

Com o objetivo de analisar a viabilidade do uso estrutural destas unidades para uso nas edificações de pequeno porte, foram realizados ensaios de prisma em unidades representativas destes materiais. Foram selecionados 3 fornecedores de tijolos maciços (5x10x20) e 2 tipos de blocos cerâmicos: 9x19x19 e 11,5x14x24. Este último foi utilizado tanto nos prismas com espessura de 11,5cm como de 14cm. Os prismas foram executados com argamassa no traço 1:2:9 (cimento:cal:areia). Adicionalmente, foram preparados dois conjuntos de prismas (tijolos XXX e ASF) com uma argamassa de maior resistência (traço 1:1:6), para avaliação de resistência para as edificações assobradadas. A Tabela 5 apresenta o resumo das resistências de prisma obtidas nos ensaios e a resistência da alvenaria prevista, calculada segundo o Eurocode.

**Tabela 5 – Resumo das resistências de prismas ( $f_p$ ) e alvenaria ( $f_k$ )**

Especificação dos Corpos de prova e simulação ensaiada	Tensão de ruptura do prisma	Resistência da alvenaria $f_{alv, previsto}$ ( $f_k = K \cdot f_b^{0,7} \cdot f_m^{0,3}$ )
	(MPa)	(MPa)
Prisma de tijolo maciço XXX	3,63	2,51
Prisma de tijolo maciço ASF	3,16	2,06
Prisma de tijolo maciço JRT	3,15	1,74
Prisma de bloco cerâmico 9x19x19	0,28	0,20
Prisma de bloco cerâmico 11,5x14x24	0,80	0,62
Prisma de bloco cerâmico 14x11,5x24	0,57	0,44
Prisma de tijolo maciço XXX – Arg. II	4,70	3,46
Prisma de tijolo maciço ASF – Arg. II	3,86	3,34

A Tabela 6 apresenta um estudo comparativo entre as resistências necessárias de cada exemplo com as obtidas através dos ensaios. Observa-se que os tijolos maciços apresentam resistências de alvenaria suficientes para atender a maioria dos exemplos (a unidade XXX atende a todos), enquanto que para os blocos cerâmicos, as resistências obtidas não atendem a nenhum dos exemplos.

A Tabela 7 apresenta o comparativo das resistências necessárias calculadas para os exemplos assobradados com as obtidas nos ensaios (prismas com argamassa II). Neste caso, ambos os tijolos possuem resistência prevista da alvenaria apenas para atender a solicitação do Exemplo 13. Considerando a comparação com os valores da resistência de prisma, ambos atendem aos três exemplos.

#### 5 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que o tijolo maciço é um material com boas características estruturais, podendo ser usado na grande maioria das situações analisadas, embora não de forma indiscriminada. Ou seja, é importante se realizar um projeto para garantir a segurança adequada. E que, sob nenhuma hipótese, os blocos cerâmicos com furos horizontais podem ser usados com função estrutural, embora se saiba que isso ocorra na prática, de forma indevida.

**Tabela 6 – Comparativo entre resistências necessárias (1 pav.) e ensaios**

Exemplo	Tijolos maciços				Blocos cerâmicos					
	1 tj maciço (10 cm)	XXX	ASF	JRT	2 bl. 9x19x19 (9 cm)	9x19x19	4 bl.	11,5x14x2 4	5 bl.	14x11,5x2 4
		f <sub>p,ensaio</sub> (MPa)				f <sub>p,ensaio</sub> (MPa)	11,5x14x2 4	f <sub>p,ensaio</sub> (MPa)	11,5x14x2 4	f <sub>p,ensaio</sub> (MPa)
		2,51	2,06	1,74		0,20	(11,5 cm)	0,62	(14 cm)	0,44
	(MPa)				(MPa)		(MPa)		(MPa)	
1	1,43	ok	ok	ok	1,92	***	1,09	***	0,75	***
2	1,65	ok	ok	ok	1,89	***	1,18	***	0,87	***
3	1,24	ok	ok	ok	1,36	***	0,88	***	0,67	***
4	2,40	ok	***	***	2,80	***	1,74	***	1,14	***
5	1,22	ok	ok	ok	1,41	***	0,84	***	0,62	***
6	2,24	ok	***	***	2,63	***	1,50	***	1,44	***
7	2,74	ok	***	***	2,97	***	1,82	***	1,40	***
8	1,93	ok	ok	***	2,45	***	1,35	***	0,94	***
9	2,20	ok	***	***	2,74	***	1,58	***	1,09	***
10	2,92	ok	***	***	2,99	***	2,06	***	1,76	***
11	0,99	ok	ok	ok	1,06	***	0,70	***	0,56	***
12	1,11	ok	ok	ok	1,35	***	0,83	***	0,60	***
13	2,00	ok	ok	***	2,39	***	1,69	***	1,39	***

\*\*\* indica que a unidade ensaiada apresenta resistência menor que a necessária para o exemplo analisado

**Tabela 7 – Comparativo entre resistências necessárias (2 pav.) e ensaios**

Comparativo entre Resistências Necessárias (2ª fase)					
Exemplo	Tijolos maciços – Argamassa II				
	1 tj maciço (10 cm)	XXX	ASF	XXX	ASF
		$f_{alv,previsto}$ (MPa)		$f_{p,ensaio}$ (MPa)	
		3,46	3,34	4,70	3,86
	(MPa)				
11	3,58	***	***	ok	ok
12	3,56	***	***	ok	ok
13	3,20	ok	ok	ok	ok

\*\*\* indica que a unidade ensaiada apresenta resistência menor que a necessária para o exemplo analisado

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10837: Cálculo de alvenaria estrutural de blocos vazados de concreto, Rio de Janeiro, 1989.
- [2] BRITISH STANDARD INSTITUTION - BS. BS-5628:part 1: Code of practice for structural use of masonry part 1: structural use of unreinforced masonry. London, 1992.
- [3] 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.
- [4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 8681: Ações e segurança nas estruturas - procedimento, Rio de Janeiro, 2003.
- [5] 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.