

Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP
Departamento de Engenharia de Construção Civil

BT/PCC/40

**Estudo de Correlações entre
Resistências à Compressão de Paredes
e Prismas de Alvenaria Estrutural
Cerâmica Não Armada Submetidos a
Esforços de Compressão Axial**

Mônica Sybille Korff Muller
Vahan Agopyan



Escola Politécnica - EPBC



31200052936

São Paulo - 1991

O presente trabalho é uma versão abreviada da dissertação de mestrado apresentada pela Eng^a Mônica Sibylle Korff Muller, sob orientação do Prof. Dr. Vahan Agopyan: "Estudo das correlações entre resistências à compressão de paredes e prismas de alvenaria estrutural cerâmica não armada submetidos a esforços de compressão axial".

A íntegra da dissertação encontra-se à disposição com o autor e na Biblioteca de Engenharia Civil da Escola Politécnica/USP.

Muller, Mônica Sibylle Korff

Estudo das correlações entre resistências à compressão de paredes e prismas de alvenaria estrutural cerâmica não armada submetidos a esforços de compressão axial / M.S.K. Muller, V. Agopyan. -- São Paulo : EPUSP, 1991.

9p. -- (Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, Departamento de Engenharia de Construção Civil, BT/PCC/40)

1. Alvenaria estrutural I. Agopyan, Vahan II. Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil III. Título IV. Série

CDU 624.012

ESTUDOS DAS CORRELAÇÕES ENTRE RESISTÊNCIAS À COMPRESSÃO DE PAREDES E PRISMAS DE ALVENARIA ESTRUTURAL CERÂMICA NÃO ARMADA SUBMETIDOS A ESFORÇOS DE COMPRESSÃO AXIAL

Eng^a Mônica Sibylle Korf Muller

RESUMO

Este trabalho visa o estudo das correlações entre resistências à compressão de paredes e prismas de alvenaria cerâmica estrutural não armada submetidos a esforços verticais axiais e a verificação da validade do uso de prismas como meio de determinação de tensões de cálculo e de controle de qualidade da alvenaria.

Complementando uma revisão bibliográfica, onde se expõem alguns aspectos do uso de prismas, realizou-se um trabalho experimental no qual foram ensaiados à compressão axial paredes e prismas com blocos cerâmicos e argamassas com três composições diferentes. Os resultados obtidos são analisados e comparados com os dados encontrados na literatura.

1 - INTRODUÇÃO

Apesar da alvenaria ser utilizada desde a antiguidade, apenas neste século é que ela passou a ser utilizada racionalmente como estrutura de edifícios.

As estruturas de alvenaria estão, primariamente, solicitadas à compressão e, por isso, procura-se, inicialmente, conhecer a resistência e o comportamento de paredes submetidas a carregamentos de compressão para depois ampliar o estudo para a obtenção das demais características mecânicas dos elementos estruturais.

A avaliação da resistência à compressão de paredes em alvenaria estrutural tem sido tentada a partir de ensaios padronizados de compressão dos componentes, a partir de ensaios de prismas ou paredes ou através da utilização de fórmulas empíricas.

Ensaio com paredes em escala real demandam tempo, mão-de-obra e material implicando um custo elevado e a existência de laboratórios equipados para estes testes.

Ensaio de compressão de blocos ou tijolos e da argamassa, individualmente, não permitem uma boa avaliação do comportamento mecânico da parede pois este não depende apenas das características dos seus componentes mas, também, da interação entre eles. Apesar do modo de ruptura dos componentes nos ensaios padronizados ser diferente do modo de ruptura das paredes, algumas normas internacionais, como a inglesa (1), recomendam a obtenção da resistência à compressão da alvenaria a partir da resistência dos componentes.

A adoção de fórmulas empíricas propostas por diversos pesquisadores para a determinação da resistência à compressão de uma determinada alvenaria diferente da utilizada nos trabalhos experimentais que serviram de base para a dedução dessas fórmulas seria, no mínimo, uma medida bastante arriscada (2).

Os prismas, que são corpos-de-prova em escala reduzida e apresentam características semelhantes às das paredes (componentes, espessura de juntas, tipo de amarração, etc.), aliam as vantagens de menores custos e maiores facilidades de construção, de transporte e de ruptura em laboratório ao fato de apresentarem um modo de ruptura próximo ao das paredes.

Os prismas podem assumir diversas formas geométricas como cubos, pilaretes ou paredinhas e têm sido utilizados para a obtenção de tensões de cálculo da alvenaria e como corpos-de-prova para controle de qualidade dos componentes e da mão-de-obra durante a construção de edifícios ou para a avaliação da variabilidade das características dos componentes ainda na fábrica.

Para uma utilização adequada dos resultados de ensaios de compressão de prismas e a fim de proporcionar aos calculistas subsídios para um correto dimensionamento de paredes resistentes de edifícios projetados em alvenaria estrutural com os mesmos materiais, deve-se dispor de correlações confiáveis entre as resistências à compressão de prismas e paredes. Para a obtenção de tais correlações deve-se avaliar o efeito de fatores inerentes aos próprios componentes como a resistência à compressão das unidades estruturais e da argamassa, absorção inicial dos blocos ou tijolos, a capacidade de aderência da argamassa, bem como, a influência da geometria dos prismas (índice de esbeltez) e de procedimentos de ensaios como o tipo de capeamento utilizado, a amarração da alvenaria, o tipo de junta (espessura, existência ou não de frisamento, execução de junta cheia ou em fieiras), qualidade da mão-de-obra, tipo e duração de cura até o ensaio e velocidade de carregamento (3).

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos em vários países em busca de correlações entre resistências à compressão de prismas e paredes. Os resultados obtidos nestas pesquisas, no entanto, são específicos para os materiais e para a metodologia de ensaio empregados em cada uma e não podem ser generalizados dada a grande variabilidade de materiais e metodologia experimentais empregados.

As normas internacionais não são unânimes quanto ao uso de prismas para alvenarias sob compressão axial. Há códigos como o brasileiro (4), o holandês, o espanhol e o mexicano (5) que adotam corpos-de-prova com tamanho reduzido como meio de previsão de tensões de cálculo; outros, como o suíço (6) e o australiano (5), usam prismas apenas para controle de qualidade da alvenaria. Há normas que não excluem o uso de prismas para dedução de tensões de cálculo mas propõem, também, tabelas que fornecem estes valores a partir das resistências dos componentes (7, 8, 9, 10). A norma britânica BS 5628 - Parte 1 (1), uma das mais avançadas, dispensa o uso de prismas e recomenda tabelas para alvenarias construídas com componentes específicos ou ensaios de paredes para outros materiais ainda não suficientemente estudados.

2 - TRABALHO EXPERIMENTAL

2.1. GENERALIDADES

Realizou-se um trabalho experimental (3) cujo objetivo foi verificar a possibilidade do estabelecimento de correlações entre resistências à compressão axial de paredes e prismas construídos com blocos e meios-blocos cerâmicos extrudados (desenvolvidos para uso estrutural em convênio firmado entre a Escola Politécnica da USP e a Tebas Cerâmica S.A.) e argamassas de cimento.

2.2. METODOLOGIA BÁSICA DE ENSAIOS

2.2.1. Materiais Utilizados

Os blocos, com dimensões nominais de 290 mm, 140 mm e 140 mm, apresentaram dois furos grandes e diversos furos de secagem menores (vide Figura 1), área bruta da face de assentamento de 40.600 mm², relação entre áreas líquida e bruta de 0,62, massa seca em torno de 6.095 g e módulo de deformação médio de aproximadamente 6.300 MPa.

Os meio-blocos apresentaram um único furo grande central, vários furos pequenos de secagem em duas paredes laterais, área bruta nominal da face de assentamento de 19.600 mm², relação entre área líquida e bruta da mesma face de 0,65 e massa seca em torno de 3.300 g.

A resistência à compressão mínima das unidades, de acordo com o fabricante, é de 22,5 MPa.

Para a moldagem dos corpos-de-prova utilizaram-se blocos de 2 lotes e 1 lote de meios-blocos. Os resultados dos ensaios de caracterização das unidades pertencentes a estes lotes constam na tabela 1.

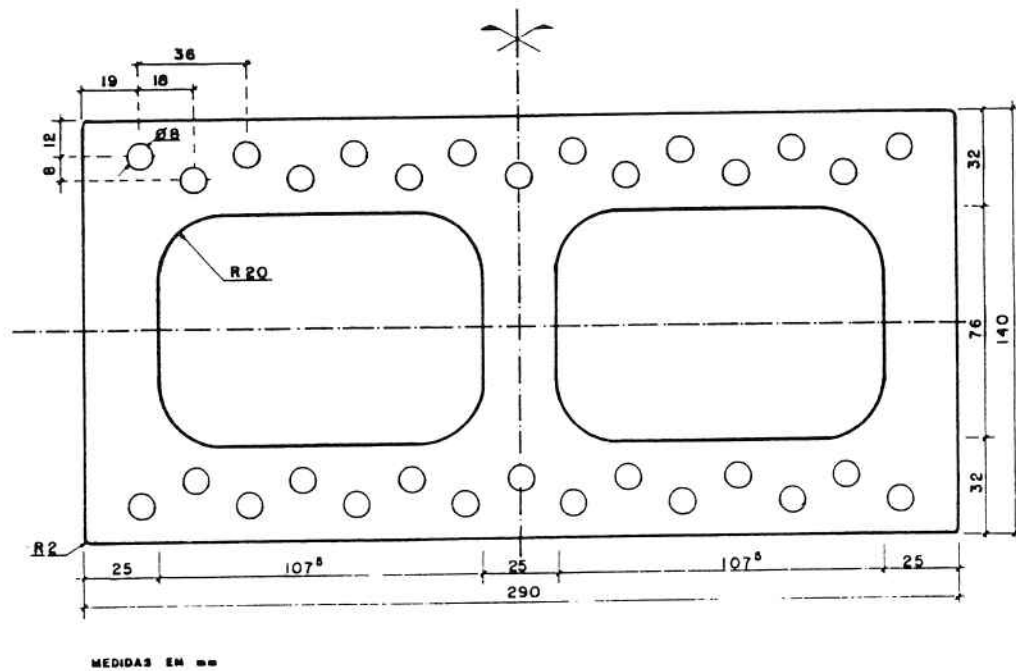


FIGURA 1 - Vista em planta da face de assentamento dos blocos.

A argamassa de cal e cimento usada para o assentamento dos blocos seguiu três composições diferentes em volume: 1:0,5:4,5 (traço A), 1:1:6 (traço B) e 1:2:9 (traço C) (cimento CP 32 : cal hidratada : areia). Estes traços foram transformados para traços em massa. O fator água/cimento foi fixado em massa em 1,7 para o traço A, em 2,3 para o traço B e em 3,3 para o traço C; estes valores foram fixados em função da trabalhabilidade da argamassa que, tendo sido aplicada com bisonha, e não com colher de pedreiro, necessitou uma quantidade de água superior à usualmente empregada, provocando uma redução da resistência à compressão do material.

De cada caixa de argamassa preparada, retiraram-se amostras para a caracterização do material no estado fresco e moldaram-se 3 a 4 corpos-de-prova cilíndricos de 50 mm x 100 mm para o ensaio à compressão aos 28 dias de idade. Os resultados destes ensaios são apresentados na Tabela 2.

TABELA 1 - Resultados dos ensaios de caracterização dos blocos e meios-blocos

lote	Dimensionais(11)			Absorção(12)				Sucção inicial*(13)		Res.comp.(13)**	
	compr.	largura	altura	após 5h		após 24 h		média 10^{-2} (kg/mm ² .min)	c.v. (%)	média (MPa)	c.v. (%)
	(mm)	(mm)	(mm)	média (%)	c.v. (%)	média (%)	c.v. (%)				
1	292,4	142,1	141,1	16,22	3,70	16,40	3,30	1,12	5,5	23,3	24,5
2	292,6	141,4	141,0	16,93	6,60	17,13	6,63	1,31	5,0	29,0	15,9
M.B.	141,0	141,2	140,1	17,44	4,70	17,62	4,50	1,86	9,4	30,4	9,2

*cálculo com base na área líquida da face de assentamento.

**cálculo com base na área bruta da face de assentamento.

TABELA 2 - Resultados dos ensaios de características das argamassas de assentamento

Traço (em volume)	Consistência				Retenção de				Resistência à compres.(14)	
	mesa (14)		esfera (15)		água (15)		consistência (15)			
	média (mm)	c.v. (%)	média (mm)	c.v. (%)	média (%)	c.v. (%)	média (%)	c.v. (%)	média (MPa)	c.v. (%)
A(1:0,5:4,5)	267,0	3,0	15,1	5,6	89,33	1,6	41,37	17,5	3,61	21,80
B(1:1:6)	264,6	2,7	14,4	1,4	88,77	1,5	40,46	9,9	1,89	21,16
C(1:2:9)	258,0	3,8	13,8	5,7	89,83	2,0	44,97	17,5	0,75	13,20

2.2.2. Preparação e Ruptura dos Corpos-de-Prova de Alvenaria

A tabela 3 resume as dimensões nominais dos corpos-de-prova de alvenaria moldados. Para cada traço de argamassa, foram construídos 4 paredes, 10 paredinhas, 10 prismas de 2 blocos, 8 a 10 blocos com filetes de argamassa e 7 a 10 meios-blocos com filetes de argamassa de espessura igual à junta de argamassa na alvenaria.

Todos os corpos-de-prova, construídos cuidadosamente, foram moldados com blocos secos ao ar. As paredes e paredinhas apresentaram juntas contrafiadas, os demais corpos-de-prova, juntas a prumo. As juntas horizontais, em fileiras, isto é, com filetes de argamassa só sobre as paredes externas dos blocos em contato com o meio externo da alvenaria, foram executadas com 10 mm de espessura.

Tabela 3 - Tipos e dimensões dos corpos-de-prova moldados

Tipo de corpo-de-prova	Altura h (m)	Largura l (m)	Espessura t (m)	índice de esbeltez (h/t)
Parede	2,54	1,19	0,14	18
Paredinha	0,74	0,59	0,14	5
Pilaretes	0,74	0,29	0,14	5
Prismas c/ 2 blocos	0,29	0,29	0,14	2
Blocos c/ argam	0,16	0,29	0,14	1
Meios-blocos com argamassa	0,16	0,14	0,14	1

Os blocos e meios-blocos receberam filetes de argamassa de 10 mm de espessura sobre os seus contornos externos e foram rompidos à compressão para avaliação da sua resistência em uma condição parecida com as que ficam as unidades estruturais na alvenaria.

A cura dos corpos-de-prova de alvenaria deu-se dentro do laboratório, sem controle específico de temperatura e umidade, mas fora da ação direta do sol ou ventos. A ruptura dos espécimes deu-se, em geral, aos 28 dias de idade.

As rupturas de paredes, paredinhas e pilaretes foram realizadas com equipamentos especiais do Laboratório de Construção Civil da Escola Politécnica da USP (EPUSP); os blocos e meios-blocos foram ensaiados em prensas da EPUSP e do IPT.

Para a leitura de deformações durante o ensaio de compressão, as duas faces maiores das paredes foram dotadas de vários pares de bases de 500 mm de extensômetro mecânico na altura do seu terço central; relógios comparadores foram acoplados a barras fixas na parte lateral das paredes. A leitura de deformações procedeu-se em estágios de carregamento anteriores à sua ruptura conforme sugere a Norma NBR 8949 (16).

Usaram-se extensômetros mecânicos com bases de 500 mm para leituras de deformações longitudinais tomadas durante os ensaios de compressão de paredinhas e pilaretes e extensômetros com bases de 100 mm para as leituras tomadas durante os ensaios de compressão dos prismas de 2 blocos sobrepostos.

2.3. RESULTADOS

A tabela 4 apresenta resumidamente as resistências à compressão e módulos de deformações médios e coeficientes de variação obtidos a partir dos ensaios realizados.

TABELA 4 - Resumo dos resultados obtidos a partir dos ensaios de compressão dos corpos-de-prova de alvenaria

Traço volume)	Tipo de C.P.	NO de C.P.	Resistência à compressão		Módulo de		
			alvenaria		argam.	deformação	
			média (MPa)	c.v. (%)	média (MPa)	média (MPa)	c.v. (%)
A 1:0,5: 4,5	paredes	3	2,98	8,6	3,26	3326	20,9
	paredes(tc)*					2758	32,0
	paredinhas	8	3,34	13,5	3,73	3499	25,5
	pilaretes	9	3,59	13,9	4,27	3061	25,8
	prismas **	10	5,95	12,5	3,53	10443	64,9
	blocos ***	8	9,15	12,0	3,53	-	-
B 1:1:6	paredes	3	2,63	5,6	1,93	2523	7,8
	paredes(tc)*					2599	19,5
	paredinhas	10	3,44	10,2	1,84	3915	39,1
	pilaretes **	10	4,47	13,6	1,70	3974	22,4
	prismas **	9	5,70	17,0	1,48	4810	37,8
	blocos ***	7	7,03	22,9	1,48	-	-
C 1:2:9	paredes	4	2,79	4,9	0,72	2326	31,7
	paredes(tc)*					2092	13,1
	paredinhas	10	2,81	12,1	0,80	2749	26,5
	pilaretes **	8	4,31	10,6	0,65	4109	11,9
	prismas **	8	5,37	15,4	0,79	4632	9,3
	blocos ***	10	6,75	17,2	0,79	-	-

* medidas de deformação tomadas no terço central das paredes;

* prismas (de 2 blocos) e pilaretes moldados com blocos do lote 2;

*** blocos assentados sobre filetes de argamassa.

2.4. ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS ENSAIOS COM A ALVENARIA

Com base numa análise estatística simples dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- de um modo geral, não se notou efeito significativo da resistência à compressão da argamassa sobre a resistência à compressão final dos corpos-de-prova de alvenaria. A constatação está de acordo com a literatura (17) para unidades cerâmicas com resistência à compressão de mesma magnitude dos blocos utilizados, apesar

da argamassa empregada ser menos resistente que as apresentadas na literatura;

- as paredinhas ou pilaretes construídos com blocos do lote 1 e argamassa de traço A poderiam ser usados para representar paredes com traço A (1:0,5:4,5) em ensaios de compressão axial; no caso do traço B (1:1:6) as médias das resistências à compressão de paredes, paredinhas e pilaretes diferem entre si e para o traço C (1:2:9) apenas há igualdade das médias das resistências de paredes e paredinhas e não de pilaretes;
- não houve um aumento significativo da resistência à compressão dos corpos-de-prova moldados com argamassa de traço A com a redução do índice de esbeltez de 18 para 5; isto ocorreu apenas para os prismas de 2 blocos com índice de esbeltez de 2. Esta tendência ocorreu também para os demais traços e mostra que apenas índices de esbeltez inferiores a 5 influem sobre a resistência à compressão final da alvenaria.

A igualdade de resistências à compressão de paredinhas e pilaretes de traço A mostra que a existência de juntas verticais no topo e na base de paredinhas não teve influência importante sobre o resultado final. Aparentemente, esta influência aumentou com o enfraquecimento da argamassa. Os autores, em geral, não são unânimes quanto ao efeito da junta vertical em fiadas que ficam em contato com a prensa.

Os resultados mostraram a inadequação de fatores de correção da resistência à compressão apresentados pela literatura (8, 9, 18), para os materiais e procedimentos experimentais adotados. A estabilização das resistências à compressão descrita na literatura (8, 9, 19, 20) para corpos-de-prova com índices de esbeltez mínimos em torno de 5 confirmou-se para os espécimes moldados com as argamassas mais fortes (A) e mais fracas (C). No caso de paredes e paredinhas construídas com argamassa de traço B houve uma discrepância de 30% entre os respectivos valores médios de resistência. Portanto, deve-se ter cautela na generalização das conclusões de trabalhos experimentais que envolvam diferentes materiais e metodologias de ensaio.

Os módulos de deformação médios decresceram com o enfraquecimento da argamassa. A mesma tendência pode ser observada com os valores médios de módulos de deformação obtidos a partir de leituras realizadas no terço intermediário das paredes.

A análise do comportamento do módulo de deformação dos corpos-de-prova a partir de valores médios é perigosa dada a grande dispersão dos resultados. Estatisticamente, não se notou alteração significativa dos módulos de deformação médios de paredes, paredinhas e pilaretes com traço A; paredes e paredinhas moldadas com traço C, assim como, pilaretes e prismas de 2 blocos construídos com argamassas de traços B e C não apresentaram diferenças significativas em seus módulos de deformação médios.

Muitos autores apresentam fórmulas em que o módulo de deformação é proporcional à resistência à compressão média de paredes ou prismas. Assim, não se estranha que os módulos de deformação das paredes ensaiadas não se tenham, em geral, alterado significativamente em

função dos traços da argamassa, uma vez que estes não influenciaram significativamente a resistência à compressão de paredes.

3 - COMENTÁRIOS FINAIS

Os resultados dos ensaios de compressão de prismas mostraram, de um modo geral, dispersões menores que as resistências à compressão de blocos. O uso de prismas para previsão de tensões de cálculos, no entanto, só é válido quando se conhece a correlação entre as resistências à compressão de prismas e paredes em escala verdadeira.

Não foi possível estabelecer experimentalmente correlações precisas entre as resistências à compressão das paredes e as dos demais corpos-de-prova de alvenaria ensaiados face ao número limitado de ensaios e por não se tratar de uma pesquisa a nível nacional. Grosseiramente, pode-se dividir o valor da resistência à compressão dos blocos fornecido pelo fabricante por 9 ou dividir a resistência à compressão média dos prismas de 2 blocos por 2 para chegar à resistência aproximada da parede moldada com as mesmas unidades estruturais.

A literatura mostrou que as correlações procuradas são possíveis mas são específicas para os componentes e procedimentos de ensaio utilizados em cada pesquisa. Os resultados dos trabalhos não são, em geral, comparáveis entre si e não permitem generalizações das conclusões individuais de cada um.

As dificuldades para o estabelecimento de correlações entre resistências à compressão de paredes e prismas sugerem que ensaios com prismas não dão necessariamente melhor indicação da resistência à compressão da alvenaria (paredes) do que os ensaios normalizados de compressão dos componentes, desde que blocos ou tijolos apresentem resultados em ensaios de caracterização com dispersões minimizadas graças a um eficiente controle de qualidade na produção. Correlações entre resistências à compressão de componentes e da alvenaria são válidas desde que sejam resultados de muitos ensaios e tenham sua aplicação restrita aos componentes e procedimentos experimentais usados para a sua determinação.

O uso de prismas como meio de verificação da resistência à compressão de paredes de alvenaria durante a construção é válido desde que se tenha pesquisado anteriormente a influência de variáveis como duração e condições de cura, velocidade de carregamento, geometria e amarração dos corpos-de-prova sobre a resistência à compressão final da alvenaria.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Unreinforced masonry; BS 5628. In: Code of practice for structural use of masonry. London, 1978. Part 1.
2. PRUDÊNCIO JR. L.R. Resistência à compressão da alvenaria e correlação entre resistência de unidades, prismas e paredes. Porto Alegre, 1986. 123p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Civil.
3. MULLER, M.S.K. Estudo das correlações entre resistências à compressão de paredes e prismas de alvenaria estrutural cerâmica não armada submetidos a esforços de compressão axial. São Paulo, 1989. 312p. Dissertação (Mestrado) - Universidade de São Paulo. Escola Politécnica. Departamento de Engenharia de Construção Civil.
4. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Cálculo de alvenaria estrutural de blocos de concreto; procedimento; Projeto 2:003.04-013. Rio de Janeiro, 1987.
5. MAURENBRECHER, A.H.P. Use of the prism test to determine compressive strength of masonry. In: NORTH AMERICAN MASONRY CONFERENCE, Denver, 1978. Proceedings. Denver, University of Colorado, 1978. p.91.1-91.13.
6. SCHWEIZERISCHER INGENIEUR- UND ARCHITEKTEN-VEREIN. Mauerwerk: Backstein, Kalksandstein, Zementstein, Gasbetonstein; SIA 177. Zurich, 1980.
7. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. Mauerwerk nach Eignungsprüfung: Berechnung und Ausführung; DIN 1053. Berlin, 1984. Teil 2.
8. BRICK INSTITUTE OF AMERICA. Recommended practice for engineered brick masonry. McLean, 1969. 333p.
9. UNIFORM building code. Whittier, International Conference of Building Officials, 1976. Cap.24, p.152-91.
10. CONSEIL INTERNATIONAL DU BÂTIMENT POUR L'ÉTUDE, LA RECHERCHE ET LA DOCUMENTATION. International recommendations for masonry structures. Rotterdam, 1980. 102p. (CIB Report. Publication, 58).
11. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Bloco cerâmico para alvenaria; especificação; NBR 7171. Rio de Janeiro, 1983.
12. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard methods for sampling and testing brick and structural clay tile; C67-80a. In: Annual book of ASTM standards. Philadelphia, 1981. Part 16, p.49-57.
13. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. British standard specification for clay bricks; BS 3921. London, 1985.

14. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Ensaio de cimento Portland. NBR 7215. Rio de Janeiro, 1982.
15. BRITISH STANDARDS INSTITUTION. Método de teste de argamassas para assentamento e revestimento. BS4551; tradução adaptada de acordo com ensaios realizados na EPUSP por Luiz Henrique Piovezan. São Paulo, 1988.
16. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Paredes de alvenaria estrutural: ensaio à compressão simples; método de ensaio; NBR 8949. Rio de Janeiro, 1984.
17. CAMACHO, J.S. Fatores que afetam a resistência à compressão da alvenaria. In:..... SIMPÓSIO NACIONAL DE TECNOLOGIA DA CONSTRUÇÃO: o uso da alvenaria como estrutura, 6., São Paulo, 1987. Anais. São Paulo, EPUSP, 1987. n.p.
18. KREFELD, W.J. Effect of shape of specimen on the apparent compressive strength of brick masonry. ASTM Proceedings. Part 1: Committee Reports, Philadelphia, 38:363-69, 1938.
19. SINHA, B.P.; HENDRY, A.W. Further tests on model brick walls and piers. Proceedings of the British Ceramic Society. Stoke-on-Trent, (7):83-95, Feb.1970.
20. FOSTER, P.K.; BRIDGEMAN, D.O. Prism tests for the design and control of brick masonry. New Zealand Pottery and Ceramics Research Association, 1973. 2p. (Technical Report, 22).

BOLETIM TÉCNICO - TEXTOS PUBLICADOS
TECHNICAL BULLETIN - ISSUED PAPERS

-
- BT 01.A/86 - Ação do Incêndio sobre as Estruturas de Concreto Armado / The Effect of Fire on Reinforce Concrete - FRANCISCO R. LANDI
- BT 01.B/86 - Ação do Incêndio sobre as Estruturas de Aço / The Effect of Fire on Steel - FRANCISCO R. LANDI
- BT 02/86 - Argamassas de Assentamento para Paredes de Alvenaria / Resistent Masonry Mortar for Structural Brickwork - FERNANDO H.SABBATINI
- BT 03/86 - Controle de Qualidade do Concreto / Quality Control of the Concrete - PAULO R. L. HELENE
- BT 04/86 - Fibras Vegetais para Construção Civil - Fibra de côco Vegetable Fibres for Building - Coir Fibres - HOLMER SAVASTANO JR
- BT 05/86 - As Obras Públicas de Engenharia e a sua Função na Estruturação da Cidade de São Paulo /The Public Works of Civil Engineering and its Function on Structuring the City of São Paulo - WITOLD ZMITROWICZ
- BT 06/86 - Patologia das Construções. Procedimentos para Diagnóstico e Recuperação / Building B.Pathology. Diagnosis and Recovering Procedures - N.LICHTENSTEIN
- BT 07/86 - Medidas Preventivas de Controle de Temperatura que Induz Fissuração no Concreto Massa / Preventive Mesurements to Control the Temperature wich Produces Cracking in Mass Concrete GEORGE INOUE
- BT 08/87 - O Computador e o Projeto do Edifício / The Computer and The Building Design - FRANCISCO F.CARDOSO
- BT 09/87 - Porosidade do Concreto / Concrete Porosity - VICENTE C.CAMPITELI
- BT 10/87 - Concretos Celulares Espumosos / Lightweight Concrete: Foam Concrete - OSWALDO FERREIRA
- BT 11/87 - Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria - Determinação das Vazões de Projeto / Building Cold Water Supply Systems - Design Flowrates Determination - MOACYR E.A. GRACA, ORESTES GONÇALVES
- BT 12/87 - Estabilização de Solos com Cimentos Pozolânicos / Soil Stabilization with Pozzolanic Cements - ALEX KENYA ABIKO
- BT 13/87 - Vazões de Projeto em Sistemas Prediais de Distribuição de Água Fria - Modelo Probabilístico para Microcomputadores / Design Flowrates in Building Cold Water Supply System - Probabilistic Model for Microcomputers - MOACYR E.A. GRACA, ORESTES GONÇALVES
- BT 14/87 - Sistemas Prediais de Coleta em Esgotos Sanitários: Modelo Conceitual para Projeto /Building Drainage Systems: A Conceptual Approach for Design - MOACYR E.A. GRACA, ORESTES GONÇALVES
- BT 15/87 - Aplicação do Método de Simulação do Desempenho Térmico de Edificações / Application of Building Thermal Performance Method- VIRGINIA ARAUJO
- BT 16/87 - A Representação do Problema de Planejamento do Espaço em Sistemas de Projeto Assistido por Computador / Space Planning Problem Representation on Computer Aided Design Systems - M.C.R.BELDERRAIN
- BT 17/87 - Aspectos da Aplicabilidade do Ensaio de Ultra-Som em Concreto / Aplicability of Ultra Sound Test in Concrete - L.T.HAMASSAKI
- BT 18/87 - O uso da Grua na Construção do Edifício / The Use of The Tower Crane in Building N.B.LICHTENSTEIN
- BT 19/87 - A Adição de Fibras em Concreto de Baixo Consumo de Cimento e Análise da Fissuração devido à Retração / Fibre Reinforcement for Low Cement Contend Concretes and Analysis of Their Cracking due to Shrinkage - FRANCISCO DANTAS, VAHAN AGOPYAN
- BT 20/88 - Desempenho de Alvenaria à Compressão / Compression Performance of Masonry - LUIZ SÉRGIO FRANCO
- BT 21/88 - A Análise dos Liminares em Planejamento Urbano / Threshold Analysis in Urban Planning - JOSÉ L.C. RONCA, WITOLD ZMITROWICZ
- BT 22/88 - O Solo Criado - Sistemática para Avaliação do Preço / Systematic Procedures to Appraise the Value of a "Created Lot" -JOÃO R. LIMA JR.
- BT 23/90 - O Conceito de Taxa de Retorno na Análise de Empreendimentos (Uma Abordagem Crítica) / A Rate of Return in Projetc Analysis (A Critical Approach to the Problem) - JOÃO R. LIMA JR.

- BT 24/90 - (BE 01/87): Carta de Brasília - FIGUEIREDO FERRAZ
- BT 25/90 - O Preço das Obras Empreitadas - análise e modelo para sua formação / The Price in Construction - analysis and a simulator for calculation - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 26/90 - Sistemas de Informação para o Planejamento na Construção Civil - Gênese e Informatização - Information Systems for Planning in Civil Engineering - Genesis and Computer Aid Systems - JOÃO DA ROCHA LIMA JR.
- BT 27/90 - Gerenciamento na Construção Civil - Uma Abordagem Sistêmica / Construction and Business Management in Civil Engineering - A Systemic Approach - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 28/90 - Recursos para Empreendimentos Imobiliários no Brasil - Debêntures e Fundos / Funds Real State Developments in Brasil - Debentures & Mutual Funds - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 29/90 - O Desenvolvimento Urbano: A Europa não Romana / Urban Development: Non-Roman Europe - WITOLD ZMITROWICZ
- BT 30/91 - Avaliação do Risco nas Análises Econômicas de Empreendimentos Habitacionais / Risk Analysis in Economic Evaluation for Residential Building Projects - JOÃO R. LIMA JR.
- BT 31/91 - Tendências Atuais na Formação dos Engenheiros Cíveis - O Vetor da Modernidade e a Abordagem do Gerenciamento Civil / Engineering Graduation Tendencies Modern Trends and Business Administration Teaching - JOÃO R. LIMA JR.
- BT/PCC/32 - Desenvolvimento de Métodos, Processos e Sistemas Construtivos - FERNANDO SABBATINI, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/33 - A Laje Composta na Construção Civil - UBIRACI E.L.SOUZA, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/34 - Formulação de Modelo Computacional para Análise de Redes de Hidrantes - LUIZ B.M. LATERZA, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/35 - Resistência ao Fogo de Estruturas de Aço de Edifícios: Quando é Possível Empregar Perfis sem Proteção - SÍLVIO B. MELHADO, VAHAN AGOPYAN
- BT/PCC/36 - Shopping Centers: Uma Abordagem do Dimensionamento do Potencial e das Áreas de Venda - ELIANE MONETTI, JOÃO R. LIMA JR.
- BT/PCC/37 - Alternativas de Projeto de Instalações Prediais de Gás em Edificações Habitacionais - EDUARDO IOSHIMOTO, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/38 - Estudo dos Parâmetros Relacionados com a Utilização de Água Quente em Edifícios Residenciais - MARINA S. D. ILHA, ORESTES GONÇALVES
- BT/PCC/39 - Dosagem de Argamassas de Cimento Portland e Cal para Revestimento Externo de Fachada dos Edifícios - SÍLVIA M. S. SELMO, PAULO R. L. HELENE
- BT/PCC/40 - Estudo das Correlações entre Resistências à Compressão de Paredes e Prismas de Alvenaria Estrutural Cerâmica Não Armada Submetidos a Esforços de Compressão Axial - MÔNICA SIBYLLE KORFF MULLER, VAHAN AGOPYAN