



## **RESISTÊNCIA À COMPRESSÃO DE PRISMAS: INFLUÊNCIA DO USO DE ARGAMASSAS ADITIVADAS E DE RANHURAS NA SUPERFÍCIE DE BLOCOS CERÂMICOS**

**Carlos Tasior Leão (1) Juliana de Oliveira (2); Humberto Ramos Roman (3); Philippe Jean Paul Gleize (4); Luís Alberto Gómez (5)**

- (1) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [mapex\\_2002@yahoo.com.br](mailto:mapex_2002@yahoo.com.br)
- (2) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [eng\\_juliana@uol.com.br](mailto:eng_juliana@uol.com.br)
- (3) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [humberto@ecv.ufsc.br](mailto:humberto@ecv.ufsc.br)
- (4) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [ecv1phg@ecv.ufsc.br](mailto:ecv1phg@ecv.ufsc.br)
- (5) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – PPGEC – Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil – e-mail: [luis@ecv.ufsc.br](mailto:luis@ecv.ufsc.br)

### **RESUMO**

A aderência entre bloco e argamassa exerce influência na resistência à compressão da alvenaria. A proposta deste trabalho foi de investigar se há variação significativa nas deformações e na resistência à compressão de prismas de blocos cerâmicos executando-se ranhuras nas faces de assentamento dos blocos e variando, também, as características da argamassa de assentamento com o uso de aditivos. Para tanto, foram confeccionados prismas de bloco cerâmico com e sem ranhuras, com três diferentes tipos de argamassas: argamassa mista (referência) e argamassas modificadas com aditivo retentor de água e incorporador de ar, com e sem cal. No estado fresco, as argamassas foram caracterizadas a partir de ensaios de consistência, retenção de água, massa específica e teor de ar incorporado. No estado endurecido, realizou-se ensaios de resistência à compressão e módulo de deformação das argamassas em corpos-de-prova cilíndricos (5x10cm) com dois extensômetros verticais. Os blocos cerâmicos foram caracterizados pelos ensaios de absorção de água, absorção inicial e resistência à compressão, e nos prismas, resistência à compressão e deformação através de extensômetro mecânico (*demec-gauge*). Os resultados mostraram um ligeiro acréscimo de resistência à compressão com a utilização de blocos com ranhuras para os prismas com argamassa de referência e com argamassa com aditivo e cal, entretanto estatisticamente não houve influência significativa do tipo de bloco. Em relação ao módulo de elasticidade, verificou-se uma tendência de diminuição para os prismas com blocos com ranhura para todos tipos de argamassa, porém estatisticamente este comportamento foi verificado apenas para a argamassa com aditivo e cal e para a de referência.

Palavras-chave: alvenaria estrutural, bloco cerâmico, argamassa de assentamento e aditivos.

### **ABSTRACT**

The adhesion between ceramic block and mortar exercises influence in the compressive strength of structural masonry. The purpose of this study was investigate if there is a significant variation in the deformations and compressive strength of ceramic blocks prisms realizing grooves in the bedding faces of the blocks and, also, changing the characteristics of bedding mortar introducing admixtures. Thus, three different mortars were used to moulded the prisms: a reference cement-lime mortar and mortars modifying with water soluble and air-entraining admixtures, with and with no lime. In the fresh state were evaluated the consistency, water retention, specif mass and air entrained content of mortars. The properties of mortars in the hardened state were evaluated through compressive strength and Young's modulus tests in cylindrical samples (5x10cm) with two vertical strain-gauges. The

ceramics blocks were characterized through water absorption, initial absorption and compressive strength tests and the prisms through compressive strength tests and deformation with mechanical strain-gauges (demec-gauge). The results have shown a slight increase in compressive strength when used blocks with grooves to prisms moulded with reference mortar and mortar modified with admixtures and lime, however statistically no significant influence of the type of block have been observed. With relation to the Young's modulus, it was verified a decrease in prisms moulded with grooves' blocks for all type of mortars, but this behaviour was statistically significant only to the reference mortar and the mortar with admixtures and lime.

Keywords: structural masonry, ceramic block, bedding mortar and admixtures.

## **1. INTRODUÇÃO**

A alvenaria estrutural é um sistema de comportamento estrutural complexo, devido às características elásticas e mecânicas próprias e distintas dos diferentes materiais que a compõe. A compatibilização dos materiais componentes da alvenaria (bloco e argamassa) é primordial para que se obtenha uma maximização e otimização do desempenho da estrutura, aproveitando o potencial pleno desse sistema.

De acordo com ensaios realizados por Mohamad (1998), a relação entre os módulos de elasticidade da argamassa e do bloco influencia significativamente sobre a resistência e o tipo de ruptura de prismas. Para o autor, as tensões de compressão por confinamento que se originam na junta e as tensões de tração que surgem na unidade estão relacionadas à capacidade da argamassa de se deformar e a aderência na interface bloco/argamassa.

A aderência entre a argamassa e o bloco depende do seu grau de contato e da adesão da pasta de cimento à superfície do bloco (MOHAMAD, 1998; COLLANTES, 1995) e, dessa forma, estando relacionada a fatores como a textura da superfície e taxa de absorção inicial do bloco, bem como à trabalhabilidade, retentividade, teor de ar incorporado e módulo de elasticidade da argamassa.

Pesquisas relacionadas ao comportamento e interação entre os materiais quando submetidos à compressão são fundamentais para o melhor entendimento dessas particularidades da alvenaria em blocos cerâmicos e, neste contexto, o objetivo deste trabalho foi investigar a influência de ranhuras nas faces de assentamento dos blocos, bem como do uso de aditivos e cal na argamassa de assentamento, na resistência à compressão e módulo de elasticidade de prismas de blocos cerâmicos.

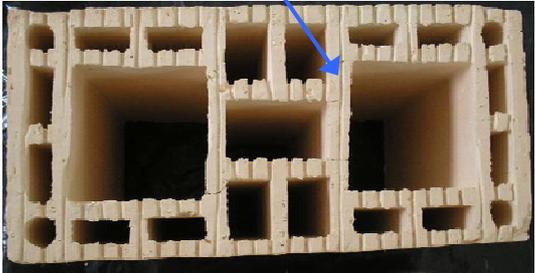
## **2. MATERIAIS E MÉTODOS**

### **2.1 Materiais**

#### *2.1.1 Blocos*

Com o objetivo de avaliar a influência da superfície do bloco cerâmico na resistência à compressão dos prismas, utilizou-se neste trabalho blocos com a superfície plana e blocos com ranhuras. As ranhuras foram realizadas na superfície de assentamento, na direção transversal, com o auxílio de uma serra elétrica, sendo que a profundidade e espessura das ranhuras era de 2 e 3 mm, respectivamente, e o espaçamento entre as mesmas de aproximadamente 10mm. A vista superior do bloco cerâmico com ranhuras e as características dos blocos cerâmicos empregados podem ser vistas na Tabela 1 a seguir.

**Tabela 1 – (a) Vista superior do bloco cerâmico com ranhuras e (b) características dos blocos cerâmicos**

(a) Vista Superior do Bloco Cerâmico com <u>Ranhuras</u>	(b) Características dos Blocos Cerâmicos		
	Dimensões nominais (mm)		140x190x290
	Absorção de água (%) – NBR 8947/85		18,82
	Taxa de absorção inicial (kg/m <sup>2</sup> .min) ASTM C67		1,78
	Compressão (MPa) NBR 6461/83	Área líquida	20,72
		Área bruta	9,09

### 2.1.2 Argamassas

Na moldagem dos prismas foram utilizados três tipos de argamassas, sendo uma de referência e duas modificadas com aditivo retentor de água (0,1% em relação à massa de cimento) e incorporador de ar (0,02% em relação à massa de cimento), com e sem cal, conforme nomenclatura e características apresentadas na Tabela 2. Cabe ressaltar que, as proporções de mistura das argamassas foram estabelecidas considerando-se os valores usualmente empregados por algumas empresas do estado de Santa Catarina na dosagem de argamassas para múltiplo-uso.

**Tabela 2 – Nomenclatura, composição e proporções de mistura das argamassas**

Argamassa	Composição	Proporções de mistura			Relação a/c
		Cimento (%)	Cal (%)	Areia (%)	
AR	(cimento : cal : areia)	12	4	84	1,59
AC	(cimento : cal : areia : aditivo)	12	4	84	1,25
AS	(cimento : areia : aditivo)	12	-	88	1,03

Os materiais utilizados na preparação das argamassas foram: cimento Portland composto com pozolana CPII-Z 32, cal hidratada CH III, areia fina proveniente de cava de rio, água, o éter de celulose MHEC (metil-hidroxietil celulose) e um aditivo incorporador de ar na forma de pó. A caracterização física da areia está apresentada na Tabela 3 a seguir.

A mistura das argamassas foi realizada em misturador de eixo vertical, com capacidade de mistura de 30 litros, conforme o procedimento descrito a seguir: (i) mistura a seco dos materiais durante 120 segundos; (ii) colocação da água sobre mistura seca de modo contínuo; (iii) mistura da argamassa por 120 segundos; (iv) mistura manual da argamassa com auxílio de uma espátula, num intervalo de 30 segundos; (v) mistura por mais 30 segundos; (vi) repouso da argamassa por 15 minutos, coberta com um pano úmido; (vii) remistura por 30 segundos.

**Tabela 3 – Caracterização física da areia**

	Abertura da peneira (mm)	Porcentagem retida (em massa)	
		individual	acumulada
Distribuição granulométrica - NBR 7217/87	0,6	0,4	0,4
	0,3	17,39	17,79
	0,15	70,61	88,40
	<0,075	11,60	100,00
Massa unitária – NBR 7251/82	1,52 kg/dm <sup>3</sup>		
Massa específica – NBR 6508/84	2,66 kg/dm <sup>3</sup>		

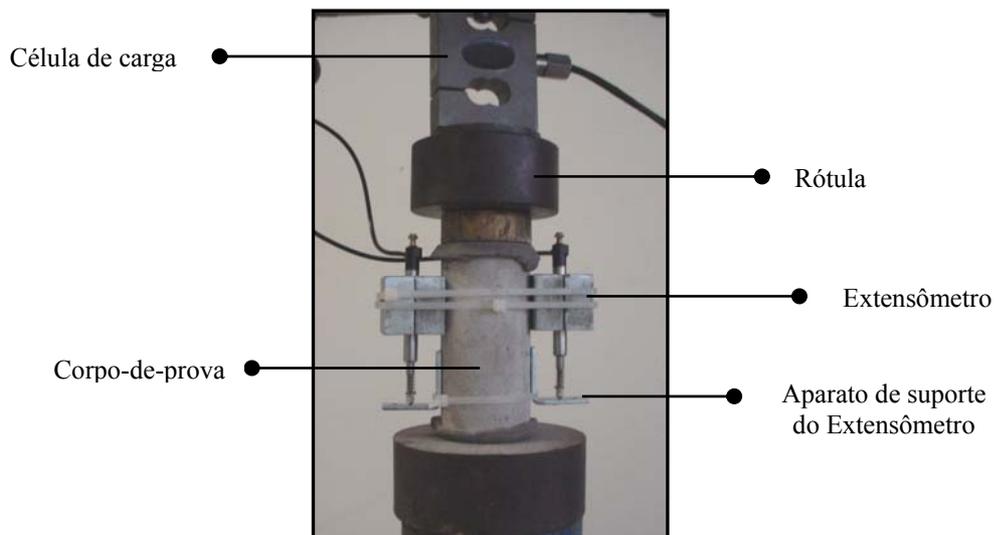
## 2.2 Ensaios

### 2.2.1 Argamassas

Com o intuito de caracterizar e avaliar as argamassas no estado fresco foram realizados os seguintes ensaios: determinação do índice de consistência pelo método da mesa de consistência (*flow table*), descrito na NBR 13276/95; massa específica e teor de ar incorporado pelo método descrito na NBR 13278/95 e de retenção de água pelo método descrito na RILEM MR4/82.

No estado endurecido, foram realizados ensaios de resistência à compressão axial (NBR 7215/96) e de módulo de deformação em 4 e 6 corpos-de-prova cilíndricos (5 x 10cm), respectivamente, aos 40 dias de idade. A moldagem dos corpos-de-prova foi realizada em três camadas, nas quais eram aplicados 20 golpes de soquete, e a desmoldagem era realizada após 24 horas.

O ensaio de módulo de deformação consistiu em submeter os corpos-de-prova cilíndricos à compressão axial, determinando-se a carga aplicada com uma velocidade constante de 0,5mm/min, através de uma célula de carga com capacidade de 1 tonelada, e as deformações dos mesmos a partir de dois extensômetros, conforme apresentado na Figura 1.



**Figura 1 – Equipamento utilizado para determinação do módulo de deformação das argamassas**

Para o cálculo do módulo de deformação das argamassas adotou-se o Módulo Corda, utilizando-se os pontos correspondentes a 5% e 30% da tensão de ruptura, conforme apresentado na Equação 1, a seguir:

$$E_c = \frac{(\sigma_{30} - \sigma_5)}{(\varepsilon_{30} - \varepsilon_5)}, \text{Equação 1}$$

onde:

$E_c$  = módulo corda (MPa);

$\sigma_5$  = tensão correspondente a 5% da tensão de ruptura (MPa);

$\sigma_{30}$  = tensão correspondente a 30% da tensão de ruptura (MPa);

$\varepsilon_5$  = deformação longitudinal específica (mm/mm) no corpo-de-prova correspondente à tensão de 5% da tensão de ruptura;

$\varepsilon_{30}$  = deformação longitudinal específica (mm/mm) no corpo-de-prova correspondente à tensão de 30% da tensão de ruptura;

### 2.2.2 Prismas

Para cada tipo de argamassa (AR, AC e AS) foram moldados 8 prismas, sendo 4 com blocos sem ranhuras e 4 com ranhuras, totalizando 24 prismas.

Os prismas foram moldados de modo que as juntas de argamassa ficassem com espessura de 10mm  $\pm$ 3. Essa espessura apresentou grande variação e, até mesmo, para a argamassa com aditivo e cal houve variações fora dos limites planejados (Tabela 4), isso devido à alta fluidez da argamassa e variações geométricas nas faces de assentamento dos blocos, o que dificultou a construção dos prismas com a espessura de junta desejada.

A mesma dificuldade se apresentou para a argamassa AS, porém obteve-se um resultado melhor com a utilização de espaçadores no assentamento.

**Tabela 4 – Espessura das juntas de argamassa dos prismas**

		<b>Espessura da junta (cm)</b>		
		<b>Argamassa AC</b>	<b>Argamassa AR</b>	<b>Argamassa AS</b>
<b>Com ranhuras</b>	<b>Prisma 01</b>	0,68	0,98	1,05
	<b>Prisma 02</b>	0,66	1,08	1,18
	<b>Prisma 03</b>	0,63	1,06	0,93
	<b>Prisma 04</b>	0,63	0,90	1,13
<b>média</b>		<b>0,65</b>	<b>1,00</b>	<b>1,07</b>
<b>desvio</b>		<b>0,03</b>	<b>0,08</b>	<b>0,11</b>
<b>C.V.</b>		<b>0,04</b>	<b>0,08</b>	<b>0,10</b>
<b>Sem ranhuras</b>	<b>Prisma 01</b>	0,63	1,08	1,00
	<b>Prisma 02</b>	0,90	1,23	1,13
	<b>Prisma 03</b>	0,85	0,95	1,13
	<b>Prisma 04</b>	1,00	1,10	1,18
<b>média</b>		<b>0,84</b>	<b>1,09</b>	<b>1,11</b>
<b>desvio</b>		<b>0,16</b>	<b>0,11</b>	<b>0,07</b>
<b>C.V.</b>		<b>0,19</b>	<b>0,10</b>	<b>0,07</b>

Os prismas foram construídos com três fiadas com o intuito de diminuir os efeitos restritivos dos pratos da prensa.

Para a realização das leituras de deformação com demec-gauge, foram coladas 12 pastilhas metálicas 24 horas antes do ensaio. As leituras de deformação, com a utilização do extensômetro mecânico, foram feitas a cada acréscimo de 10kN no carregamento, até o momento em que o prisma começasse a apresentar sinais de ruptura. A Figura 2 mostra o prisma sendo ensaiado.



**Figura 2 – Prisma sendo ensaiado à compressão**

### **3. ANÁLISE DE RESULTADOS**

#### **3.1 Ensaio nas argamassas**

A Tabela 5 mostra os resultados obtidos nos ensaios de índice de consistência, determinação de massa específica, teor de ar incorporado e retenção de água das argamassas no estado fresco.

A partir dos resultados de consistência, observa-se que as argamassas que contêm aditivos em sua composição (AC e AS) apresentaram uma redução do espalhamento sobre a mesa de consistência, se comparadas à argamassa de referência (AR). Isso se deve ao fato de que os aditivos tornam as argamassas mais coesas e permitem uma diminuição do teor de água empregado.

As argamassas com aditivos apresentaram uma incorporação de ar em torno de 35%, aproximadamente sete vezes superior ao valor de ar incorporado pela argamassa de referência (AR), provocando uma conseqüente diminuição na massa específica dessas argamassas. Cabe ressaltar que esse aumento excessivo no teor de ar incorporado prejudicou a trabalhabilidade das argamassas, tornando-as inadequadas para o assentamento conforme discutido no item 2.2.2.

Os resultados de retenção de água são intrigantes, uma vez que a argamassa de referência (AR) apresentou uma retenção de água superior a das argamassas com aditivo (AC e AS), ao contrário do que era esperado. Acredita-se que o elevado teor de ar incorporado promovido nessas argamassas tenha facilitado a saída de água, justificando esses valores. Entretanto, existem diversas críticas no meio técnico em relação ao emprego deste método de ensaio (RILEM MR4/82), tornando necessária a avaliação de retenção de água por outros métodos em trabalhos futuros.

**Tabela 5 – Propriedades das argamassas no estado fresco**

<b>Argamassa</b>	<b>Índice de Consistência (mm)</b>	<b>Massa Específica (g/cm<sup>3</sup>)</b>	<b>Teor de AI (%)</b>	<b>Retenção de água (%)</b>
<b>AR</b>	268,0	2,02	4,59	87,99
<b>AC</b>	240,5	1,44	34,36	76,68
<b>AS</b>	246,0	1,47	34,95	76,93

Os resultados de resistência à compressão e módulo de deformação estão apresentados na Tabela 6. A comparação de múltiplas médias realizadas pelo teste de Duncan mostrou que todas argamassas diferem entre si em relação à resistência à compressão axial. Em relação aos resultados de módulo de deformação, não houve diferença significativa entre os módulos das argamassas modificadas com aditivos, com e sem cal (AC e AS), considerando-se uma confiabilidade de 95%.

Como pode ser observado na Tabela 6, a maior resistência à compressão foi obtida pela argamassa de referência (AR), apesar desta apresentar uma relação água/cimento superior a das demais argamassas. Isso se deve a elevada quantidade de ar incorporada pelas argamassas com aditivos, havendo uma diminuição da resistência à compressão das mesmas.

A argamassa com cal e aditivos em sua composição (AC) foi a que apresentou menor resistência à compressão, ao contrário do que se esperava, uma vez que o teor de aglomerantes era superior ao da argamassa sem cal (AS). Entretanto, esse comportamento é justificado pela diferença da relação água/cimento, a quantidade de água empregada na argamassa AC foi de aproximadamente 21% superior à utilizada na confecção da argamassa AS.

A partir dos resultados de módulo de deformação observa-se que as argamassas mais deformáveis são as modificadas com aditivos (AC e AS), ou seja, as que apresentaram maior teor de ar incorporado e menor resistência à compressão.

**Tabela 6 – Resistência à compressão e módulo de deformação das argamassas**

<b>Argamassa</b>	<b>Resistência à compressão (MPa)</b>	<b>Módulo de deformação (GPa)</b>
<b>AR</b>	3,06	10,68
<b>AC</b>	1,44	3,15
<b>AS</b>	2,23	5,62

### 3.2 Ensaio nos prismas

Os resultados dos ensaios de resistência à compressão e deformação dos prismas podem ser observados na Tabela 7 e nas Figuras 3 e 4.

**Tabela 7 – Resultados de ensaios de resistência à compressão e módulo de deformação dos prismas**

<b>Argamassa</b>	<b>Bloco</b>	<b>Resist. à compressão do</b>	<b>Resist. à compressão</b>	<b>Módulo</b>
		<b>prisma - Área Bruta (MPa)</b>	<b>Argamassa (MPa)</b>	<b>Prisma (GPa)</b>
<b>AR</b>	com ranhura	5,43	3,06	2,73
	sem ranhura	5,05		3,07
<b>AC</b>	com ranhura	2,35	1,44	1,47
	sem ranhura	2,31		1,66
<b>AS</b>	com ranhura	1,55	2,23	2,65
	sem ranhura	1,83		2,80

Os módulos de elasticidade foram calculados através das curvas de regressão de cada grupo de prismas, sendo considerado o trecho de zero à 70% da carga de ruptura.

Os resultados mostram que houve um pequeno acréscimo de resistência com a utilização de blocos com ranhuras para os prismas com argamassa de referência (AR) e com argamassa com aditivo e cal (AC). Já com argamassa com aditivo sem cal notou-se menor resistência à compressão para prismas

com blocos ranhurados. Essas variações mostraram-se insignificantes quando feito teste estatístico de comparação entre as médias com 95% de confiabilidade, ou seja, as ranhuras não proporcionaram uma melhora significativa na aderência entre o bloco cerâmico e as argamassas empregadas.

Já para os resultados de módulo, apesar de estatisticamente não haver diferença, observou-se uma tendência de diminuição dos módulos de deformação para os prismas moldados com blocos com ranhuras, para os três tipos de argamassa utilizados.

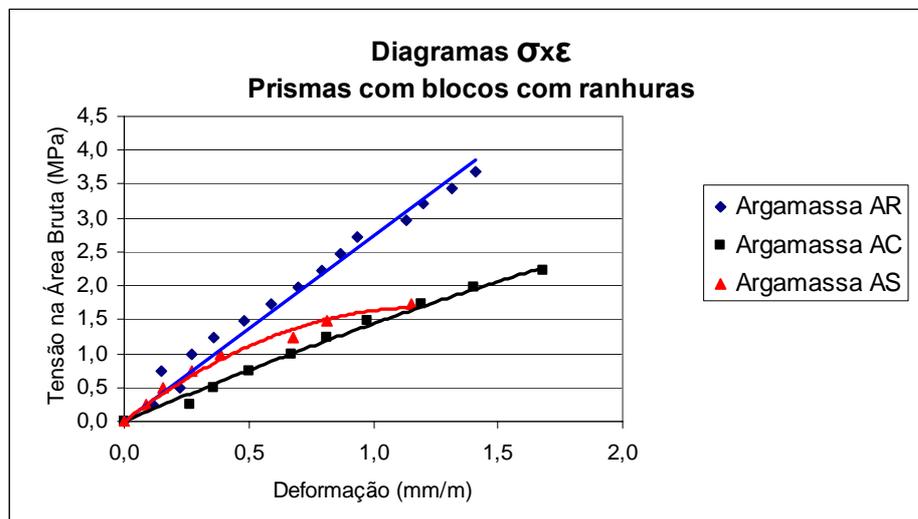


Figura 3 – Gráfico tensão x deformação dos prismas com blocos com ranhuras

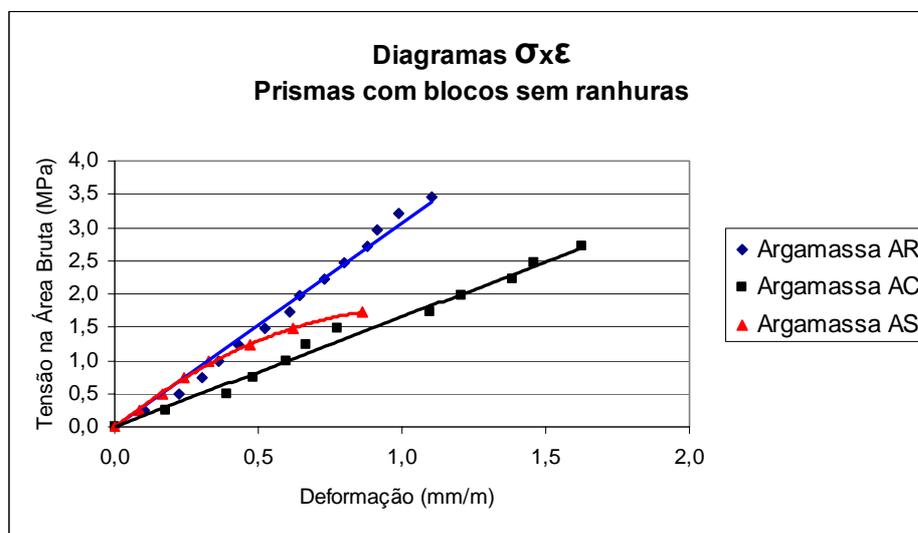
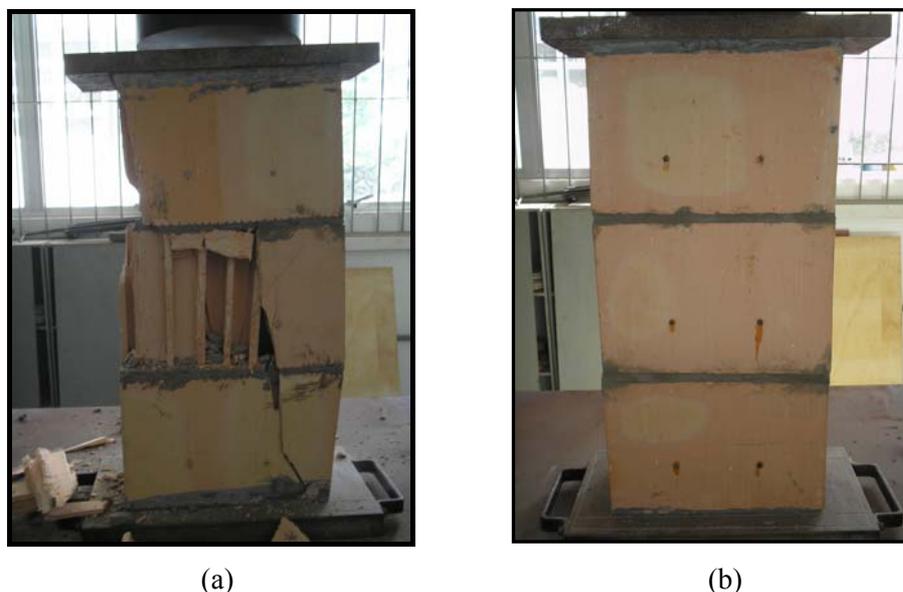


Figura 4 – Gráfico tensão x deformação dos prismas com blocos sem ranhuras

Observou-se que a argamassa AC apresentou uma resistência à compressão inferior à argamassa AS. Além disso, apresentou um módulo de elasticidade menor no ensaio de prisma devido à sua baixa rigidez, em função de possuir cal e uma maior quantidade de água em sua composição.

Através de análise estatística verificou-se que a presença de aditivos nas argamassas reduziu significativamente a resistência dos prismas, provavelmente devido à incorporação de ar. Segundo Carasek (1996), argamassas com elevada incorporação de ar podem ter reduzida sua extensão de aderência na interface entre bloco e argamassa, uma vez que há menos pontos de contato, podendo influenciar nas propriedades mecânicas e durabilidade das mesmas.

Os prismas com argamassa AR apresentaram ruptura brusca, onde os blocos apresentaram ruptura por tração. Já os prismas com argamassas AC e AS apresentaram ruptura na argamassa, onde se observou o esfarelamento da mesma, com pequenos danos aos blocos (Figura 5).



**Figura 5 – Formas de ruptura dos prismas (a) ruptura por tração no bloco, prisma com argamassa AR (b) ruptura por compressão da argamassa, prisma com argamassa AS**

#### 4. CONCLUSÕES

A partir da análise dos resultados dos ensaios nas argamassas conclui-se que as argamassas com aditivos em sua composição apresentaram excessiva incorporação de ar, prejudicando o assentamento dos blocos cerâmicos na moldagem dos prismas devido a sua elevada viscosidade e interferindo em seu comportamento mecânico no estado endurecido. Além disso, o uso dos aditivos não contribuiu para aumentar a retenção de água. Esses indícios demonstram que a composição das argamassas múltiplo-uso que vem sendo utilizada por algumas empresas da região de Santa Catarina, principalmente em relação à dosagem dos aditivos, deve ser revista com o intuito de melhorar suas propriedades.

Em relação aos ensaios nos prismas, os resultados mostraram uma diminuição significativa de resistência à compressão quando utilizadas argamassas com aditivo devido ao elevado teor de ar incorporado pelas mesmas. Por outro lado, essa maior incorporação de ar fez com que o módulo dessas argamassas fosse menor do que o da argamassa de referência, interferindo no modo de ruptura dos prismas.

Para os prismas com bloco com ranhuras observou-se um ligeiro acréscimo de resistência à compressão quando moldados com argamassa de referência e com argamassa com aditivo e cal. Entretanto, estatisticamente não houve influência significativa do tipo de bloco, concluindo-se que as ranhuras feitas na superfície dos blocos não contribuíram na aderência entre bloco-cerâmico e argamassa.

Em relação ao módulo de elasticidade, verificou-se uma tendência de diminuição para os prismas construídos com blocos com ranhuras independentemente do tipo de argamassa, porém estatisticamente este comportamento foi verificado apenas para a argamassa com aditivo e cal e para a de referência.

De forma geral, o presente trabalho mostra a necessidade da realização de novos ensaios para adequar a quantidade de materiais e aditivos na formulação de uma argamassa múltiplo-uso, bem como da quantidade de água necessária em função da sua aplicação – revestimento ou assentamento, devendo a mesma ser especificada na embalagem do produto.

## 5. REFERÊNCIAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C67 - Standard Test Method of Sampling and Testing Brick and Structural Clay Tile**. Philadelphia, EUA, 1994.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 6461: Bloco cerâmico para alvenaria - Verificação da resistência a compressão**. Rio de Janeiro, RJ. 1983.
- \_\_\_\_\_. **NBR 6508: Grãos de solo que passam na peneira de 4,8mm - Determinação da massa específica por meio de picnômetro**. Rio de Janeiro, 1984.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7215: Determinação da resistência à compressão – Cimento Portland**. Rio de Janeiro, 1996.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7217: Agregados – Determinação da composição granulométrica**. Rio de Janeiro, RJ. 1987.
- \_\_\_\_\_. **NBR 7251: Agregado em estado solto – Determinação da massa unitária**. Rio de Janeiro, RJ. 1982.
- \_\_\_\_\_. **NBR 8947: Telha cerâmica - Determinação da massa e da absorção de água**. Rio de Janeiro. 1985.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13276: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – determinação do teor de água para obtenção do índice de consistência-padrão**. Rio de Janeiro, 1995.
- \_\_\_\_\_. **NBR 13278: Argamassa para assentamento de paredes e revestimento de paredes e tetos – Determinação da densidade de massa e do teor de ar incorporado**. Rio de Janeiro, 1995.
- CARASEK, H. **Aderência de argamassas à base de cimento Portland a substratos porosos – Avaliação dos fatores intervenientes e contribuição ao estudo do mecanismo de ligação**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1996. (Tese de Doutorado)
- COLLANTES, M. C.; FRANCO, Luiz Sérgio. Influência do tipo de argamassa na resistência de aderência ao cisalhamento e módulo de deformação transversal da alvenaria estrutural não armada. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído Rio de Janeiro, 1995, Rio de Janeiro (RJ). **Anais...** Rio de Janeiro: ANTAC, 1995, p. 673-678.
- MOHAMAD, G. **Comportamento mecânico na ruptura de prismas de alvenaria de blocos de concreto**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. (Dissertação de Mestrado)
- RÉUNION INTERNATIONALE DES LABORATORIES D'ESSAIS DE MATÉRIAUX ET DE CONSTRUCTION - RILEM Recommendations. **Testing methods of mortars and renderings: MR4 – Water-retention capacity of mortars**. Paris, France. RILEM, 1982.