

## ISOLAMENTO ACÚSTICO E RESISTÊNCIA AO FOGO DE ALVENARIA COM ARGAMASSA POLIMÉRICA

PACS: 43.55.Rg

Fernanda Pacheco<sup>1</sup>; Roberto Christ<sup>2</sup>; Maria Fernanda de O. Nunes<sup>3</sup>

Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil – itt PERFORMANCE  
UNISINOS, Av. Unisinos, 950, CEP 93022-000 – São Leopoldo – RS – Brasil.  
E-mail: <sup>1</sup> [fernandapache@unisinos.br](mailto:fernandapache@unisinos.br); <sup>2</sup> [rchrist@unisinos.br](mailto:rchrist@unisinos.br); <sup>3</sup> [mariaon@unisinos.br](mailto:mariaon@unisinos.br)

### Resumo

A busca pelo desempenho multicritérios fomenta atualmente a realização de pesquisas que abrangem a análise e o desenvolvimento de sistemas construtivos convencionais e inovadores nas edificações modernas. Assim, a dificuldade para os setores envolvidos é a concomitância na obtenção do desempenho em critérios com diferentes variáveis de relevância. Diante do exposto o objetivo do estudo desenvolvido foi avaliar sistemas de alvenaria com juntas verticais secas e juntas horizontais de argamassa polimérica diante do desempenho acústico e da resistência ao fogo, verificando o comportamento diante destes requisitos de habitabilidade e segurança, respectivamente. Avaliaram-se três tipologias de sistemas verticais de vedação, sendo estes compostos por blocos cerâmicos, blocos cerâmicos tipo 6 furos e blocos de concreto. Verificou-se que o sistema composto por blocos de concreto apresentou desempenho superior aos demais nos dois critérios avaliados.

Palavras-chave: resistência ao fogo, desempenho acústico, alvenaria.

### Abstract

The search for multicriteria performance currently intensify the completion of research that cover the analysis and development of conventional and innovative building systems in modern buildings. Thus, the challenge for the construction sector and sectors related is the concurrence in achieving the performance criteria with different relevant variables. In this scenario, the goal of the study developed was to evaluate masonry systems with dry vertical joints and horizontal joints of polymer mortar on the acoustic performance and fire resistance by checking the behavior on these habitability and safety requirements, respectively. Three types of vertical sealing systems were evaluated, which are composed of ceramic bricks, ceramic blocks (6 holes) and concrete blocks. It was found that the system composed of concrete blocks had outperformed the others in both evaluated criteria.

Keywords: fire resistance, acoustic performance, masonry.

## 1. INTRODUÇÃO

As regulamentações em vigor que tratam do desempenho de edifícios exigem projetos que atendam classificações específicas em diferentes requisitos, de modo que sejam satisfeitas condições de segurança e habitabilidade aos usuários, com edificações duráveis. A dificuldade

do setor de construção civil é a utilização de materiais que apresentem desempenho nos diferentes requisitos, visto que normalmente os fornecedores possuem um critério objetivado de alcance.

Sendo um sistema convencional de emprego difundido, o uso de paredes de alvenaria de blocos e tijolos se apresenta como uma solução simplificada para se alcançar os requisitos de resistência ao fogo, isolamento acústico e térmico, inclusive citados nas versões recentes de códigos e regulamentos alusivos ao desempenho das edificações [1].

No entanto, a variedade na composição dos materiais, na geometria dos blocos e nas espessuras dos revestimentos indica que os ensaios para a determinação do desempenho acústico e a resistência ao fogo desses sistemas construtivo devam subsidiar de forma constante a decisão de projetistas [1], [2], visto que tais definições podem influenciar no desempenho dos sistemas verticais, como as características relacionadas ao bloco, à argamassa de assentamento e ao revestimento. Assim, expõem-se a complexidade das análises considerando as variações nesses elementos, sendo que suas características não podem ser analisadas isoladamente para fins de classificações e garantia de desempenho acústico e resistência ao fogo. É vital ressaltar que a análise dos materiais impulsiona seu uso no mercado de maior exigência ao qual a construção civil se direciona.

## 2. CARACTERIZAÇÃO DAS ALVENARIAS

As alvenarias são sistemas heterogêneos, cujas propriedades mecânicas apresentam distintos comportamentos, decorrentes das diferenças na microestrutura de cada material empregado nos sistemas [3], sendo aplicados com finalidade de vedação ou estrutural em edifícios de usos diversos. Os blocos e tijolos utilizados em paredes de alvenaria apresentam três variáveis básicas que podem influenciar no desempenho, mais especificamente no isolamento acústico e na resistência ao fogo: tipo de material empregado, geometria e espessura.

A argamassa de assentamento de alvenarias tem importantes funções na interface das unidades do sistema vertical de vedação estrutural ou não: distribuição mais uniforme das cargas por toda área resistente dos blocos, selagem das juntas para estanqueidade da parede e absorção das deformações decorrentes de variações térmicas e de retração por secagem [4].

Por motivos de racionalização dos processos construtivos, redução de custos e de prazos na execução da obra e de prevenção de fissuras devido a retração, a adoção de juntas verticais secas em sistemas de alvenaria estrutural começou a ser válida no Brasil no início da década de 1990. Nestes primeiros edifícios, no entanto, verificou-se a existência de fissuras, que posteriormente foram atribuídas aos esforços de cisalhamento pelo não preenchimento das juntas verticais entre os blocos da alvenaria [3]. Além disso, as juntas secas representam uma descontinuidade no elemento de vedação, que pode significar pontos frágeis para a transmissão do calor e do som.

Do ponto de vista acústico, as alvenarias podem apresentar comportamentos diferentes com variações decorrentes da massa por unidade de área do fechamento. Nesse sentido as alvenarias formadas por blocos vazados apresentam desempenho acústico inferior ao de alvenarias com elementos maciços.

Além da redução da massa, os elementos vazados apresentam ressonância nas cavidades em uma ampla faixa de frequências, o que reduz significativamente o desempenho global do sistema construtivo. Ainda que tais estudos tenham apresentado estes valores potenciais para os

diferentes blocos, visto que tal valor depende da geometria, da composição, dos processos empregados para sua confecção, tais ensaios devem ser realizados de acordo com os fabricantes, considerando estas variáveis. Além da análise dos blocos como variáveis, aspectos como o uso de argamassas poliméricas e de juntas secas carecem de estudo no cenário nacional, promovendo análise do desempenho destes sistemas favoráveis a racionalização das edificações.

Nas paredes de elevada inércia térmica, com espessura superior a 16 cm, a temperatura no lado não exposto ao fogo começa a aumentar após cerca de 60 minutos a partir do início do ensaio; subsequentemente, o efeito combinado de inércia térmica e migração da água mantém a temperatura da face não exposta num estado estacionário. A resistência ao fogo corresponde a um CF180. [5]

Por outro lado, nas alvenarias formadas por blocos vazados, o efeito da movimentação do ar aquecido nas cavidades acarreta em um comportamento diferenciado. A condução de calor, as mudanças de fase e a advecção (deslocamento horizontal da massa de ar) de calor devido à liberação de vapor são os principais mecanismos de dissipação que controlam a resistência térmica e dependem da geometria de tijolos. Nesses casos, o tamanho das cavidades é um parâmetro geométrico que afeta a duração da fase de platô, principalmente quando juntas de argamassa tradicionais são usadas. Isso significa que a liberação de vapor não pode surgir devido a processos de vaporização e desidratação em argamassa de cimento aquecida. Em seguida, o vapor é liberado para as cavidades (alvéolos), que atenuam a transferência de calor devido à advecção. O efeito da argamassa também deve ser considerado, pois a temperatura no centro de um bloco vazado tende a ser superior a temperatura de argamassa. [6]

### 3 MÉTODO

#### 3.1 Sistemas ensaiados

Foram analisadas três alvenarias com três diferentes tipos de blocos não estruturais. As juntas horizontais de assentamento foram preenchidas conforme recomendações do fabricante da argamassa, em dois filetes de 1 cm cada no sentido longitudinal da fiada, sem o preenchimento das juntas verticais. As três alvenarias foram revestidas com argamassa comum na espessura de 25 mm na face interna e 30 mm na face externa.

As composições das alvenarias ensaiadas foram as seguintes:

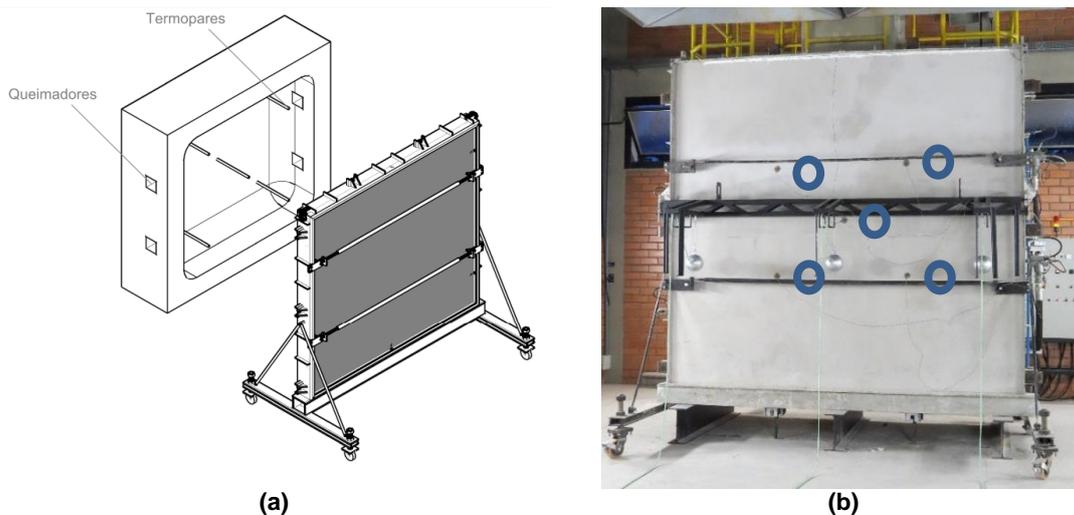
- blocos cerâmicos com furos na horizontal, espessura de 14 cm e massa 4,7kg
- blocos cerâmicos com furos na vertical, espessura de 19,5 cm e massa 7,5kg
- blocos de concreto com furos na vertical, espessura de 19,5 cm e massa 12,6kg

#### 3.2 Determinação do índice de redução sonora

Os ensaios foram realizados no laboratório de acústica do itt Performance, seguindo os procedimentos prescritos pelas normas ISO 10140:2010, para o método de ensaio, e ABNT NBR 15575-4:2013, para a classificação de desempenho.

### 3.3 Determinação da resistência ao fogo

O método de ensaio utilizado foi o prescrito pela ABNT NBR 10636:1989 – *Paredes divisórias sem função estrutural - Determinação da resistência ao fogo*. O objetivo do ensaio foi verificar as características de estabilidade, estanqueidade e isolamento térmico do produto, bem como comportamentos específicos relevantes à segurança contra incêndio. Para tal, aplicam-se temperaturas padronizadas ao longo do tempo de acordo com a norma NBR 10636:1989.

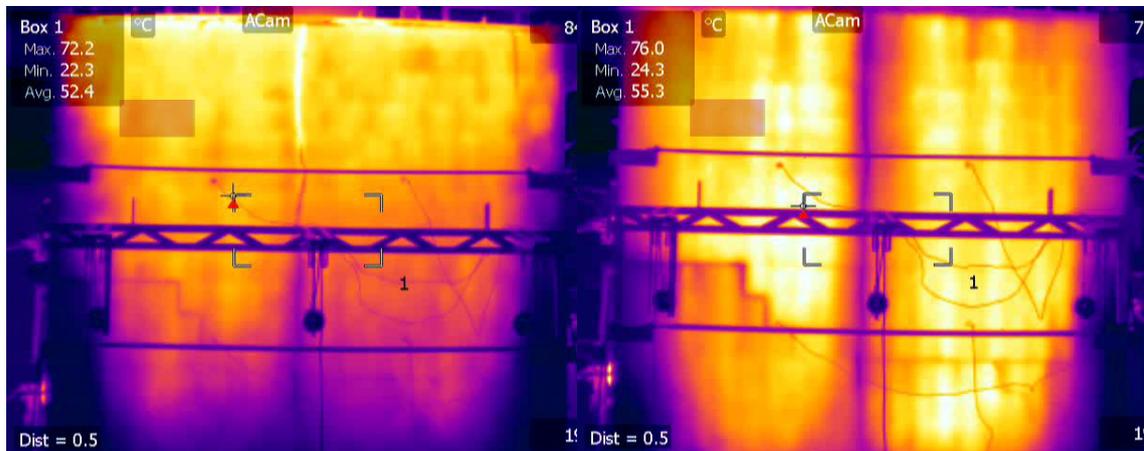


**Figura 1- (a) Conexão da unidade móvel com a amostra ao forno para realização do ensaio (b) amostra montada para a realização do ensaio**

#### 3.3.1 Verificação do isolamento térmico

Para verificação do isolamento térmico do sistema, o forno possui cinco termopares fixos que medem a temperatura interna na superfície da parede, e cinco termopares na superfície da amostra para a coleta das temperaturas externa. Os termopares internos são do tipo K, com diâmetro de 4 mm, e os externos também são do tipo K, mas com diâmetro de 2mm. As posições dos termopares externos coincidem com os termopares internos e encontram-se em destaque na Figura 1b.

O ensaio foi monitorado ainda com câmeras termográficas para verificação do gradiente de temperatura apresentado pela amostra, conforme aponta a Figura 2. Através da geração destas imagens é possível verificar a progressão da temperatura na superfície das amostras, indicando ainda eventuais fragilidades.

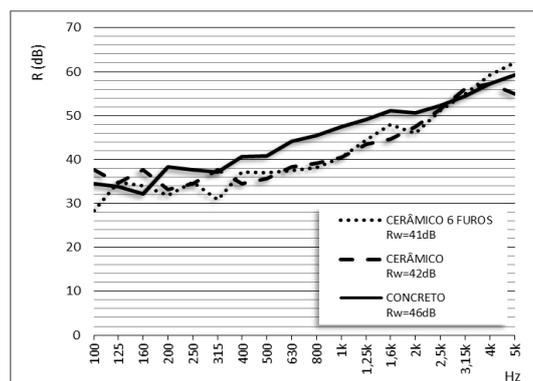


**Figura 2- Monitoramento do comportamento do sistema com câmera termográfica**

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Índice de redução sonora

Os resultados do índice de redução sonora dos sistemas analisados apresentam relação direta com a massa superficial do elemento utilizado nas alvenarias. A alvenaria composta por blocos de concreto apresentou um índice de redução sonora de 46 dB, sendo este o melhor resultado entre as amostras, correspondente ao sistema de maior massa específica. O menor índice de redução sonora (41 dB) foi verificado na alvenaria com blocos cerâmicos com furos na horizontal, cuja massa superficial é a mais baixa, dentre as três ensaiadas, verificando-se uma relação direta entre a massa específica e o desempenho acústico obtido através de ensaio. A Figura 3 apresenta o resultado obtido na realização do ensaio.



**Figura 3 - Resultados obtidos de índice de redução sonora**

Avaliando-se os resultados obtidos de acordo com os critérios estipulados pela ABNT NBR 15575: 2013 (Tabela 1) denota-se o comportamento satisfatório para usos diversos.

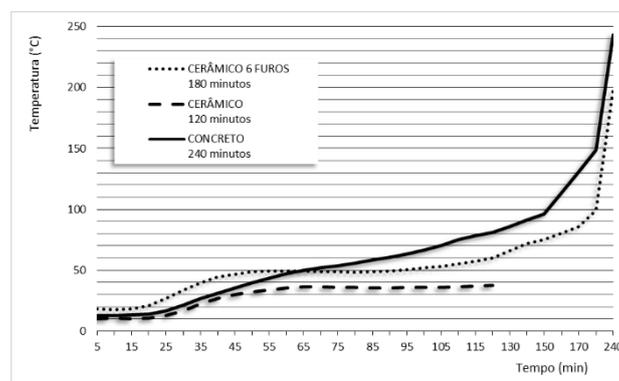
**Tabela 1 - Classificação dos sistemas de vedação de acordo com o índice de redução sonora**

ELEMENTO	SISTEMA DE ALVENARIA DE BLOCOS	NÍVEL DE DESEMPENHO
Parede de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas de corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	Cerâmico 6 furos ( $R_w$ 41 dB)	I
	Cerâmico ( $R_w$ 42 dB)	I
	Concreto ( $R_w$ 46 dB)	S
Parede de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores, halls e escadaria nos pavimentos-tipo	Cerâmico 6 furos ( $R_w$ 41 dB)	N/A
	Cerâmico ( $R_w$ 42 dB)	N/A
	Concreto ( $R_w$ 46 dB)	M
Parede entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas	Cerâmico 6 furos ( $R_w$ 41 dB)	N/A
	Cerâmico ( $R_w$ 42 dB)	N/A
	Concreto ( $R_w$ 46 dB)	N/A
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de geminação)	Cerâmico 6 furos ( $R_w$ 41 dB)	N/A
	Cerâmico ( $R_w$ 42 dB)	N/A
	Concreto ( $R_w$ 46 dB)	M

O sistema composto por blocos de concreto apresenta pelo menos desempenho mínimo em três das quatro possíveis, podendo ser utilizado para todos os fins, com exceção daqueles que envolvem o uso ou permanência de pessoas. Os demais sistemas, compostos por blocos cerâmicos com furos na horizontal e na vertical podem ser utilizados apenas para a primeira aplicação apresentada na Tabela 2, não atingindo desempenho mínimo para as demais.

#### 4.2 Resistência ao fogo

A Figura 4 apresenta os resultados obtidos no ensaio de resistência ao fogo das amostras. Denota-se que de modo a viabilizar uma análise comparativa simples o parâmetro definido de observância foi o tempo em que o sistema manteve sua classificação de Corta-Fogo, ou seja, atendeu concomitantemente os requisitos de estabilidade estrutural, isolamento térmico e estanqueidade à passagem de gases e fumaça, conforme apresentado anteriormente.



**Figura 4 - Resultados de ensaios de resistência ao fogo para as amostras ensaiadas**

Verifica-se através da Figura 04, que o sistema composto por blocos de concreto apresentou novamente desempenho superior às demais alvenarias avaliadas, classificando-se como CF240. O sistema composto por blocos cerâmicos com furos na horizontais (6 Furos) perdeu sua

característica de isolamento térmico ao transmitir à face não exposta temperatura superior à 180°C, classificando-se como CF180, e mantendo suas características de para chama até 240min. O sistema de blocos cerâmicos com furos na vertical apresentou comportamento semelhante, classificando-se como CF120.

Propõem-se para melhor entendimento a Tabela 2, contendo síntese de classificação dos sistemas avaliados.

**Tabela 2 - Classificação dos sistemas de vedação de acordo com o índice de redução sonora**

Sistema avaliado	Massa específica	Índice de redução sonora	Período de classificação como Corta Fogo
Concreto	12,6 kg/m <sup>3</sup>	46 dB	240min
Cerâmico	7,5 kg/m <sup>3</sup>	42 dB	120min
Cerâmico 6 furos	4,7 kg/m <sup>3</sup>	41 dB	180min

## 5 CONCLUSÕES

Após a realização dos ensaios, verificou-se que os sistemas apresentaram desempenho satisfatório em ambos os critérios avaliados.

A amostra de alvenaria composta por blocos de concreto que apresentou o maior índice de redução sonora também foi a que apresentou maior tempo de atendimento aos critérios estabelecidos de resistência ao fogo.

De modo contrário ao que ocorreu no ensaio de desempenho acústico, o período de resistência ao fogo não apresentou relação direta com a massa específica das diferentes amostras.

Verificou-se através desta análise baseada nos dois critérios que as três tipologias de alvenaria avaliadas apresentaram atendimento ao critério de CF mínimo de 120min, apontando ainda um valor mínimo de índice de redução sonora de 41dB.

Cabe destacar que diante destes resultados, a aplicabilidade dos sistemas é definida de acordo com as normas ABNT NBR 15575-4:2013 e ABNT NBR 14432:2001, para os índices de redução sonora e comportamento de resistência ao fogo, respectivamente.

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICAS

- [1] T. D. Nguyen and F. Meftah: Behavior of clay hollow-brick masonry walls during fire. Part 1: Experimental analysis. *Fire Saf. J.*, vol. 52, pp. 55–64, 2012.
- [2] L. R. Richardson, R. A. Mcphee, and M. Batista: Sound-Transmission-Class and Fire-Resistance Ratings for Wood-Frame Floors. *Fire Mater.*, vol. 27, no. July 1998, pp. 17–27, 2000.
- [3] F. A. dos Santos: Efeito do não preenchimento de juntas verticais no desempenho de edifícios em alvenaria estrutural. UFSC, Florianópolis, 2001.
- [4] H. Carasek: "Argamassas" in *Materiais de Construção Civil*, 2nd ed., G. C. Isaia, Ed. São Paulo: IBRACON, 2010, pp. 893–944.
- [5] S. Russo and F. Sciarretta: Masonry exposed to high temperatures: Mechanical behaviour and properties - An overview. *Fire Saf. J.*, vol. 55, pp. 69–86, 2013.
- [6] T. D. Nguyen and F. Meftah: Behavior of hollow clay brick masonry walls during fire. Part 2: 3D finite element modeling and spalling assessment. *Fire Saf. J.*, vol. 66, pp. 35–45, 2014.



**46º CONGRESO ESPAÑOL DE ACÚSTICA  
ENCUENTRO IBÉRICO DE ACÚSTICA  
EUROPEAN SYMPOSIUM ON VIRTUAL ACOUSTICS  
AND AMBISONICS**

**AGRADECIMENTOS**

Os autores agradecem pelo apoio financeiro:

- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS; e
- Ao Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil – itt PERFORMANCE da UNISINOS.