DESEMPENHO ACÚSTICO DE PAREDES DE ALVENARIA: BLOCOS CERÂMICOS COM PREENCHIMENTO DE VERMICULITA

KERBER, Lorenzo A. (1); OTT, Maira J. (2); EHRENBRING, Hinoel Z. (3); HINOEL, Rafael F. (4); OLIVEIRA, Maria Fernanda (5)

(1) Acadêmico de Engenharia Civil, Unisinos, lorenzoak@unisinos.br

(2) Engenheira Civil itt Performance, Unisinos, mairajo@unisinos.br;

(3) M.Sc. itt Performance, Unisinos, hzamis@unisinos.br

(4) M.Sc. itt Performance, Unisinos, rheissler@unisinos.br

(5) Profa. Dra. PPG ArqUrb e itt Performance, Unisinos, mariaon@unisinos.br

Resumo: *A alvenaria é um sistema construtivo amplamente utilizado na construção civil devido à sua facilidade de execução, custo e desempenho. O sistema pode ser composto por blocos vazados ou blocos maciços, sendo o primeiro utilizado com maior frequência, uma vez que reduz o peso próprio do edifício. Por outro lado, esses vazados que diminuem a massa superficial do sistema, também aumentam as ressonâncias internas nos blocos, prejudicando o isolamento acústico. Para minimizar este efeito, as cavidades dos blocos podem ser preenchidas com diferentes materiais, sendo a vermiculita expandida um material com potencial para esse fim. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do uso da vermiculita expandida no preenchimento de cavidades em blocos de argila com 14 cm de espessura. Os testes de perda de transmissão de som foram realizados, seguindo os parâmetros da norma ISO 10140: 2010, em câmaras reverberantes. Os resultados indicaram que com o preenchimento das cavidades de bloco de 14 cm de espessura com vermiculita expandida, pode-se obter um melhor desempenho acústico da parede, atingindo cerca de 5 dB a mais no Índice de Redução de Sonora Ponderado (Rw).*

Palavras-chave: *Alvenaria de blocos cerâmicos, Desempenho acústico, Vermiculita.*

Área do Conhecimento: *Tecnologia de Componentes Construtivos – Características Tecnológicas de Desempenho*

Abstract: *Masonry is a constructive system consisting of a cohesive and rigid set of units (blocks or bricks) joined by a bonding material. This construction system is widely used in Civil Construction due to its execution facility, cost and performance. There is the possibility of manufacturing a masonry wall using hollow blocks or massif blocks, although the former is used more frequently than the latter, once it minimizes the building's self weight. On the other hand, these cavities decrease the system's surface mass and increase the internal resonances in the blocks, damaging the sound insulation. To minimize this effect, the cavities of the blocks may be filled with porous material, being expanded vermiculite a material with potential for this purpose. This study aimed to evaluate the influence of the use of expanded vermiculite in the filling of cavities on 14 cm thick clay blocks. Sound transmission loss tests were performed, following the parameters of ISO 10140:2010, where the tests were performed in a horizontal airborne sound transmission room, at UNISINOS' itt Performance. The results to be obtained from the tests will be in bands of octave-thirds and weighed values. Through the tests performed, it was observed that through filling the 14 cm thick block cavities with expanded vermiculite, it was possible to obtain a higher acoustic performance of the wall, achieving around 5 dB plus in the Sound Reduction Index (Rw) in its weighed values.*

Key words: *Ceramic brick masonry, Acoustic performance, Vermiculite.*

Knowledge Area: *Constructive Components Technology - Technological Characteristics of Performance*

1 INTRODUÇÃO

O mercado da cerâmica vermelha encontra-se presente em todos os estados do Brasil, o que justifica a sua larga utilização. Dentro desse grupo, vem-se utilizando cada vez mais blocos cerâmicos vazados, os quais contribuem para a redução do peso da construção e melhoram o desempenho térmico. No entanto, surgem limitações quando da aplicação de cerâmicas de blocos vazados para o atendimento aos requisitos de desempenho acústico da ABNT NBR 15575:2013.

Enquanto há um aumento nas propriedades térmicas das paredes com esse tipo de bloco, em comparação a paredes que utilizam blocos sólidos, as cavidades reduzem a densidade bruta dos blocos e, consequentemente, menor será o isolamento sonoro (FRINGUELLINO; SMITH, 1999). Devido a não-homogeneidade resultante dos furos em seu interior, além da perda de densidade bruta do bloco, ainda se observa um comportamento ortotrópico ou anisotrópico, formando cavidades que podem conter uma, duas ou três dimensões de campos sonoros no interior dos blocos (HOPKINS, 2012). As cavidades desempenham um papel relevante na transmissão sonora, pois a vibração não é apenas transmitida pelas conexões estruturais entre os septos, mas também pelo campo sonoro no interior da própria cavidade. Dessa forma, cavidades em paredes e pisos devem ser parcialmente ou totalmente preenchidas para o aumento na eficiência do isolamento sonoro (HOPKINS, 2012).

O preenchimento de blocos é considerado um artifício interessante para melhorar o desempenho acústico dos sistemas de vedações verticais – SVVs. Segundo pesquisas realizadas pela National Concrete Masonry Association (2012), constatou-se que, em paredes de concreto de diversas espessuras, com preenchimentos diversos, houve um acréscimo no Índice de Redução Sonora Ponderado em tipologias cujas cavidades foram preenchidas, em contrapartida às amostras referência, sem nenhum preenchimento. Conforme evidenciado na pesquisa, para paredes de blocos de concreto 4” (102 mm), com densidade específica de 1362 kg/m³, verificou-se um aumento de 5 dB com as cavidades preenchidas com graute e 4 dB com as cavidades preenchidas com areia natural, em seus valores ponderados, em comparação a parede referência sem preenchimento. Esses resultados possibilitam e justificam o estudo de novos materiais que podem ser utilizados para o preenchimento de blocos, principalmente no que diz respeito à sua influência no desempenho acústico.

Os materiais utilizados para preenchimento dos blocos podem ser dos mais diversos. No setor da construção civil brasileira, observa-se que os materiais e componentes comumente utilizados são graute, areia, casca de arroz e, recentemente, também se tem buscado aplicar a vermiculita expandida para preenchimento destas cavidades.

A vermiculita caracteriza-se como um silicato hidratado de magnésio, alumínio e ferro. Este mineral, quando comercializado sob sua forma expandida, apresenta valores de massa específica aparente que variam de 80 a 120 kg/m³, considerados valores baixos quando comparados à areia seca com 1500 kg/m³ e ao concreto com 2500 kg/m³. Isso, associado a granulometria, faz com que a vermiculita seja um material atrativo para utilização em diversas áreas, dentre as quais destacam-se a construção civil, agricultura, as indústrias químicas, indústrias produtoras de tintas, entre outras (RASHAD, 2016).

A vermiculita apresenta características interessantes para a área de construção civil, principalmente quando ela é aplicada sob a sua forma expandida, sendo submetida a altas temperaturas (cerca de 800 °C). Vašyna et al. (2016) destacam que materiais com estruturas porosas, fibrosas e esponjosas são considerados bons materiais para absorver som, onde a absorção sonora é fortemente influenciada por diversos fatores, como a forma das partículas e seu tamanho, espessura, frequência de excitação e/ou densidade. Ainda em seu estudo, Vašyna et al. (2016) verificam que vermiculita é um dos materiais usados para este fim, principalmente tratando-se da sua forma expandida, devido a sua pequena densidade, combinada com uma resistência estrutural relativamente alta, alta estabilidade físico-química e baixo custo. A vermiculita é tida como um material poroso, e a variabilidade de sua porosidade se origina de sua morfologia em variadas interfaces, podendo ser estas entre camadas, entre partículas e entre agregados, diferenciando-se em sua estrutura. Desta forma, verifica-se que vermiculita contém poros de diferentes tamanhos e formas, bem como consistência granular, conforme Figura 1.

O preenchimento das cavidades dos blocos com vermiculita busca seguir o princípio de um sistema citado por Patrício (2018), o qual consiste de dois materiais rígidos de mesmo ou diferentes materiais, separados por uma caixa de ar de determinada espessura, assemelhando-se a um conjunto de duas massas ligadas por uma mola. A existência desta caixa de ar entre os dois meios rígidos resulta na propagação de ondas estacionárias em seu interior, as quais, por sua vez, criam perdas no isolamento do

sistema, prejudicando o desempenho acústico. Por isso, uma das principais preocupações centra-se no fato de buscar eliminar a influência destas ressonâncias, sendo uma das formas sugeridas a colocação de material absorvente sonoro na cavidade (PATRÍCIO, 2018).

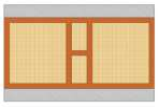
Dessa forma, este estudo objetiva analisar resultados obtidos através de ensaios em laboratório da influência da aplicação de vermiculita expandida como material de preenchimento de blocos cerâmicos vazados com espessura de 14 cm no desempenho acústico de sistemas de vedação vertical.

2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Descrição das amostras

Foram ensaiadas três tipologias distintas de sistema de vedação vertical com preenchimento de vermiculita: uma constituída de parede com revestimento cimentício (M-V), outra composta por revestimento de gesso (G-V) e, por fim, uma parede sem nenhum tipo de revestimento (B-V). Também foram produzidas paredes sem preenchimento de vermiculita, havendo as respectivas referências denominadas como M, G e B. As demais informações são mostradas no Quadro 1.

Quadro 1 – Composição das paredes ensaiadas

Simbologia	Caracterização da Amostra	Tipologia do Bloco Cerâmico	Características dos Blocos
M	Aplicação de 2,5 cm de argamassa interna e externo, sem vermiculita		Dimensões: 14x19x29 cm Fbk: 12 MPa Peso: 6,9 kg
M-V	Aplicação de 2,5 cm de argamassa interna e externa, com vermiculita		
G	Aplicação de 0,5 cm de gesso, sem vermiculita		Dimensões: 14x19x39 cm Fbk: 4,5 MPa Peso: 9,3 kg
G-V	Aplicação de 0,5 cm de gesso, com vermiculita		
B	Sem revestimento e sem vermiculita		Dimensões: 14x19x39 cm Fbk: 4,5 MPa Peso: 9,3 kg
B-V	Sem revestimento e com vermiculita		

A execução das amostras e os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Acústica do Instituto Tecnológico Performance – itt Performance – da Unisinos. Para a execução das amostras utilizou-se sistemas de pórticos, conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 – Construção da amostra em sistema de pórtico




2.2 Ensaios realizados

Os ensaios para a determinação da perda de transmissão sonora ao som aéreo foram realizados em conformidade com a norma ISO 10140-2:2010 e ISO 717-1:2013, em as câmaras reverberantes em conformidade com a norma ISO 10140-5:2010. A Figura 2 ilustra uma das amostras na câmara de ensaio. Destaca-se que não foi considerada a incerteza de medição para a classificação dos resultados dos ensaios.

Figura 2 – Amostra no interior da câmara para ensaios de perda de transmissão sonora



3 RESULTADOS

Os resultados obtidos para as amostras ensaiadas em blocos cerâmicos de 14 cm podem ser analisados na Figura 3. Verificou-se que em todas as amostras do estudo o preenchimento das cavidades com vermiculita expandida aumentou o isolamento acústico das paredes, em um valor ponderado compreendido entre 4 e 5 dB. Nesses resultados, verifica-se que as amostras de parede revestida com 0,5 cm de gesso e sem revestimento obtiveram o mesmo valor de Rw, tanto nos seus exemplares com e sem o preenchimento com vermiculita, evidenciando uma diferença de 5 dB no isolamento da parede.

O comportamento da curva gerada para as bandas de terça de oitavas também apresentou semelhanças, principalmente nas frequências compreendidas entre 400 e 800 Hz para as amostras sem vermiculita e entre 315 e 1250 Hz nos ensaios realizados nas paredes com blocos preenchidos com vermiculita. Com isso, torna-se possível afirmar que a adição de amortecimento no interior das cavidades dos blocos pode compensar a utilização de camadas finas de revestimento, ao ponto em que ocorre uma redução da ressonância das cavidades internas do bloco, conforme evidenciado nos estudos realizados por Fringuellino e Smith (1999). A Figura 4 demonstra, de forma resumida, todos os valores encontrados para as amostras ensaiadas, nas composições com e sem vermiculita.

Figura 3 – Resultados das amostras ensaiadas quanto ao isolamento acústico a sons aéreos

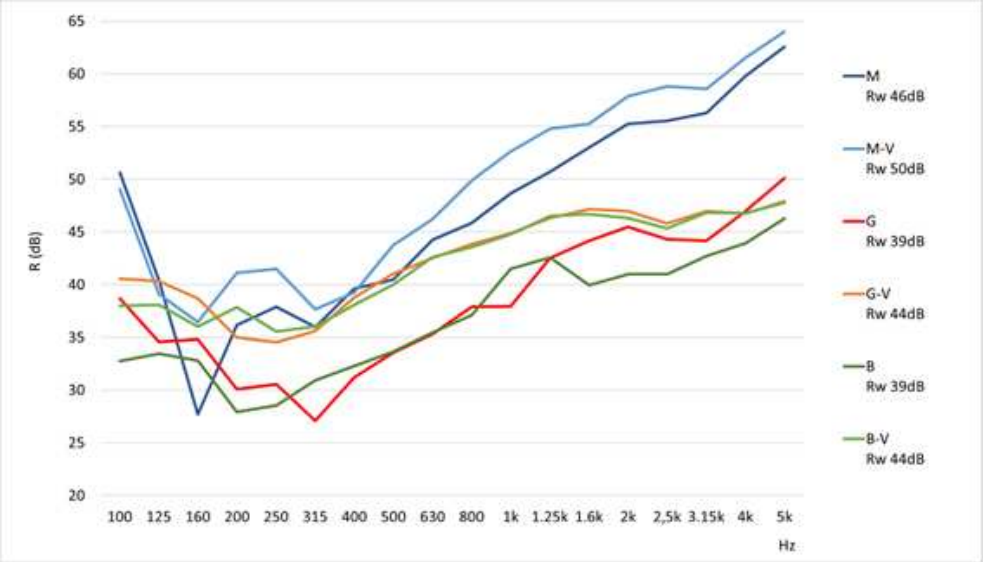
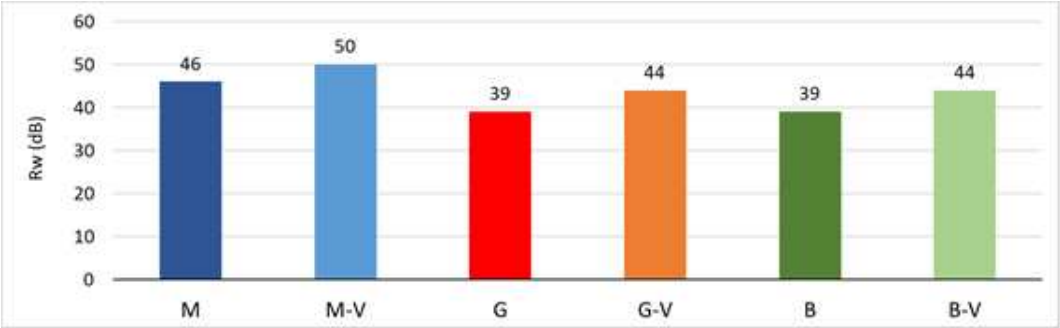


Figura 4 – Resultados para as amostras ensaiadas



As amostras que receberam revestimento argamassado (M e M-V) apresentaram o melhor desempenho acústico, em função da adição de massa na parede pelo próprio revestimento em ambos os lados da amostra. Além do aumento do isolamento ao ruído aéreo pela própria adição de massa ao sistema, verifica-se o efeito do amortecimento da adição de vermiculita nas cavidades do bloco cerâmico, uma vez que se torna perceptível um aumento do isolamento sonoro nas frequências compreendidas entre 400 e 3150 Hz.

4 CONCLUSÕES

Com a crescente busca por novas alternativas para melhorar o desempenho acústico de sistemas construtivos, principalmente levando-se em consideração a conjuntura atual da Construção Civil brasileira, este estudo objetivou a avaliação da utilização de vermiculita expandida no preenchimento das cavidades de blocos cerâmicos de 14 cm em paredes de alvenaria, buscando o aumento do isolamento acústico ao ruído aéreo nestes sistemas construtivos.

Através da análise dos resultados obtidos com os ensaios realizados em laboratório, constatou-se que, ao realizar o preenchimento das cavidades dos blocos com vermiculita expandida, obteve-se uma melhora no desempenho acústico da parede em até 5 dB nos valores ponderados.

Portanto, aponta-se que a vermiculita, enquanto material de preenchimento para mitigar as ações de ressonância interna nas cavidades dos blocos, as quais prejudicam o isolamento acústico, pode surgir como uma alternativa para elevar o desempenho acústico de um dado sistema de vedação vertical, existindo a necessidade de um comportamento que demande uma maior performance da parede com relação ao isolamento a sons aéreos. Além disso, a sua disponibilidade em demasia no Brasil torna ainda mais interessante o emprego deste material por parte das construtoras, podendo melhorar os seus sistemas com

um custo relativamente baixo e sem sobrecarregar a estrutura, por se tratar de um material extremamente leve.

AGRADECIMENTOS

Aqui faz-se um agradecimento especial à Cerâmica City, a qual auxiliou e contribuiu para o desenvolvimento desta pesquisa, bem como à empresa Brasil Minérios S/A, através da autorização na divulgação dos resultados obtidos.

REFERÊNCIAS

ABNT. NBR 15575-4. Edifícios Habitacionais - Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedaçoes verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

FRINGUELLINO, M.; SMITH, S. Sound transmission through hollow brick walls, Building Acoustics. p. 211–224, 1999. Doi: 10.1260/1351010991501419

HOPKINS, C. Sound insulation. Oxford: Elsevier Ltd., 2012.

ISO. ISO 10140-2: Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 2: Measurement of airborne sound insulation. Geneva, 2010a.

ISO. ISO 10140-5: Acoustics - Laboratory measurement of sound insulation of building elements - Part 5: Requirements for test facilities and equipment. Geneva, 2010b.

ISO. ISO 717-1. Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements. Part 1: Airborne sound insulation. Geneva, 2013.

NATIONAL CONCRETE MASONRY ASSOCIATION. Sound transmission class ratings for concrete masonry walls. Herndon: National Concrete Masonry Association, 2012 (Technical Bulletin NCMA TEK 13-1C).

PATRÍCIO, J. V. Acústica nos edifícios. 7 ed. Porto: Pubindústria, Edições Técnicas, 2018.

RASHAD, A. M. Vermiculite as a construction material – A short guide for Civil Engineer. Construction and Building Materials, v. 125, n. 30, p. 53–62. 2016. Doi: 10.1016/j.jsv.2011.02.015

VAŠYNA, M.; PLACHÁ, D.; MIKESKA, M.; HRUŽIK, L.; MARTYNKOVÁ, G. S. Sound absorption study of raw and expandend particulate vermiculites. Applied Physics A – Materials Science & Processing. Springer-Verlag Heidelberg 2016.