

Desempenho acústico de paredes: influência do preenchimento de blocos cerâmicos com vermiculita expandida

Oliveira, M. F.¹ ; Heissler, R. F.¹ ; Ehrenbring, H. Z.¹ ; Trevisan, R.¹ ; Ott, M. J.¹ ; Christ, R.¹

¹ itt Performance, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS,

mariaon@unisin.br, rheissler@unisin.br, hzamis@unisin.br, mairajo@unisin.br, rchrist@unisin.br

Resumo

As cavidades em blocos de vedação diminuem a massa superficial do elemento e aumentam as ressonâncias internas nos blocos, prejudicando o isolamento sonoro. Para minimizar esse efeito, os septos dos blocos podem ser preenchidos com material poroso, criando um amortecimento interno das ondas sonoras. Um material com potencial para tal fim é a vermiculita expandida. Nesse sentido, o estudo buscou avaliar a influência da utilização de vermiculita expandida no preenchimento de septos de blocos cerâmicos em paredes de alvenaria para o aumento do isolamento acústico desses sistemas construtivos, por meio de ensaios de perda de transmissão sonora. Para tal, foram preparadas 12 amostras com blocos cerâmicos de geometrias distintas nas seguintes composições: sem revestimento, com revestimento de gesso e revestimento em argamassa. Além disso, para cada composição foram construídas amostras sem e com o preenchimento dos septos dos blocos com vermiculita expandida. O índice de redução sonora foi determinado seguindo os parâmetros da ISO 10140:2010, sendo os ensaios realizados em câmara reverberante de ruído aéreo do itt Performance da UNISINOS. Verificou-se que o preenchimento dos septos dos blocos com 14 cm de espessura proporcionou um aumento no seu isolamento acústico de até 13 dB.

Palavras-chave: isolamento aéreo, índice de redução sonora, ressonâncias, amortecimento.

PACS: 43.55.Rg, 43.55.Vj, 43.50.Qp.

The acoustic performance of walls: influence of ceramic blocks filling with expanded vermiculite

Abstract

Masonry block cavities decrease surface mass and increase internal resonances in blocks, impairing sound insulation. To minimize this effect, block septa can be filled with porous material, creating internal damping of sound waves. A potential material for this purpose is expanded vermiculite. This study aimed to evaluate the influence of the use of expanded vermiculite in the filling of ceramic block septa in masonry walls to increase the acoustic insulation of these building systems, through sound transmission loss tests. For such purpose, 12 samples were prepared with ceramic blocks of different geometries in the following compositions: uncoated, plastered and mortar coated. In addition, for each composition samples were constructed without and with the filling of the septa of the blocks with expanded vermiculite. In addition, for each samples were constructed without and with the filling of the septa of the blocks with expanded vermiculite. The noise reduction index was determined following the parameters of ISO 10140: 2010, being the tests performed in UNISINOS reverberant chamber. Filling the septa of the 14 cm-thick blocks provided an increase in their sound insulation by up to 13 dB.

Keywords: sound insulation, sound reduction index, resonances, damping.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de paredes de alvenaria com blocos cerâmicos é amplamente empregada no setor da construção civil. Sabbatini [1] define alvenaria como um elemento heterogêneo, construído em blocos ou tijolos, e conectados por meio de argamassa de assentamento, formando um sistema rígido e homogêneo. Manoharan et al. [2] citaram que as alvenarias são componentes básicos na composição das edificações, comumente utilizados nas construções ao longo do tempo, variando sua composição em função da argila disponível em cada região.

A utilização de elementos vazados na construção civil tem o propósito de aumentar o isolamento térmico dos sistemas, e deixá-los mais leves, mais fáceis de manusear e podem ocasionar a diminuição das cargas nas fundações da edificação. Sendo assim, apresentam melhor custo benefício, quando comparados a blocos maciços [3]. Essas mesmas perfurações, que promovem esses benefícios, também são responsáveis pelo menor isolamento sonoro das alvenarias, pois diminuem substancialmente a massa superficial dos sistemas, bem como aumentam as ressonâncias internas nos septos dos blocos [4]. Com isso, tais elementos provocam uma considerável redução da capacidade do sistema em reduzir a transmissão sonora [5]. A estimativa das propriedades acústicas de uma parede de alvenaria composta por blocos vazados pode apresentar algumas imprecisões devido à sua característica ortotrópica e não homogênea para a transmissão sonora. Além das variações na produção dos blocos, que são decorrentes das composições de argila e processos de queima, pode-se citar inúmeras diversidades geométricas desses elementos construtivos e as inúmeras opções de revestimentos de gesso, argamassa e composições de *drywall*, podendo ainda sofrer alterações devido à sua composição, mão-de-obra e insumos empregados [6].

Diversos pesquisadores têm estudado variáveis em relação às paredes de alvenaria, visando identificar quais fatores qualificam o comportamento desses sistemas. Narang [7] estudou o

efeito de tirantes metálicos utilizados como reforço estrutural em alvenarias, verificando que esses componentes prejudicaram o sistema por transmitir a vibração. Semprini e Barbaresi [8] avaliaram o comportamento acústico de paredes de alvenaria com blocos de reduzida massa específica, afirmando ser um sistema de uso expressivo na Itália. Os autores verificaram em seu estudo a relevância no revestimento para a qualificação do desempenho acústico dessas paredes.

A eficiência do isolamento acústico de alvenarias apresenta expressiva dependência da geometria dos furos dos blocos e da espessura total do sistema, tendo como consequência a redução de massa superficial. Além disso, os vazados aumentam a ressonância interna nos blocos, com uma considerável redução na capacidade de isolamento acústico [3].

Klippel Filho et al. [9] realizaram um estudo para verificar a influência da geometria de blocos vazados no desempenho acústico de alvenarias com blocos cerâmicos. Os ensaios foram realizados em laboratório com sete diferentes tipos de blocos com espessura equivalente a 14 cm, em paredes com e sem revestimento argamassado. Nesse estudo, foram investigadas associações entre os resultados de perda de transmissão sonora e as relações entre área líquida e área bruta dos blocos (A_{liq}/A_b). Os resultados mostraram que, sem revestimento, os maiores índices de redução sonora foram obtidos nas amostras com maior massa superficial e maior relação A_{liq}/A_b . Por outro lado, com as amostras revestidas, a aplicação do revestimento aumentou o isolamento das amostras, e ainda, a massa superficial teve maior influência no desempenho em comparação à relação A_{liq}/A_b , ainda que os maiores isolamentos foram obtidos pelas amostras de maior relação A_{liq}/A_b .

Trevisan et al. [10] comparam o isolamento acústico em laboratório de paredes de alvenaria com blocos de 14 cm revestidos com argamassa e placas de gesso acartonado no sistema *drywall* e fixadas com adesivo com duas diferentes densidades (8,5 kg/m² e 12 kg/m²). Nesse estudo, além da parede de referência

com revestimento em argamassa, foram testadas outras 10 composições, que obtiveram variações de montagem: chapas de gesso coladas na alvenaria, fixadas em montantes metálicos com e sem o preenchimento com material fibroso. Os resultados evidenciaram que em amostras com placas de gesso acartonado fixadas em montantes, o uso da lã mineral aumenta o isolamento acústico em 6 dB. Também foi verificado que o uso de chapas de gesso acartonado com maior densidade eleva o isolamento acústico das alvenarias estudadas em 2 dB, quando comparadas ao mesmo sistema com pacas do tipo *standard*.

Friedrich, Paixão e Vergara [11] ao avaliarem sistemas de vedação em diferentes tipologias de revestimento, incluindo a parede sem revestimento, indicam a relevância do revestimento para contribuição no desempenho acústico final das amostras. Os autores informam ainda que para realização de ensaios acústicos não se faz necessária a cura de revestimentos argamassados pelo mesmo período requerido para ensaios físicos ou mecânicos de 28 dias. Em seu estudo, comprovou-se que os resultados de isolamento acústico estabilizam a partir do sétimo dia de secagem da amostra.

A utilização de revestimento argamassado em paredes com blocos vazados preenchidos com vermiculita foi estudada por Souza et al. [12] em ensaios de perda de transmissão sonora em laboratório. A comparação do isolamento acústico de alvenarias de blocos cerâmicos de 19 cm de espessura, com e sem revestimento evidenciou um acréscimo de 2 dB no isolamento, sendo que, a amostra sem revestimento com R_w de 46 dB, e a amostra com revestimento de argamassa na espessura de 2,5 cm em cada face, com R_w de 48 dB.

O efeito da ressonância dos elementos vazados pode ser minimizado com o preenchimento dos vazios dos blocos com materiais porosos, ou seja, onde a influência maior se dá pelo amortecimento interno.

A vermiculita expandida é um mineral da família das micas que, quando exposto a altas temperaturas pode sofrer uma expansão de até trinta vezes o seu tamanho original [13, 14]. Segundo Rashad [15], o processo de expansão da vermiculita ocorre com temperaturas entre 650–950 °C e suas propriedades prospectivas como baixa condutividade térmica, baixa densidade de massa, resistência, inércia química e ponto de fusão relativamente alto, indicam um forte potencial de aplicações na construção civil.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo investigar a influência do preenchimento dos vazios de blocos cerâmicos vazados no isolamento acústico de paredes de alvenaria com diferentes revestimentos.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A seguir serão apresentados os materiais utilizados no estudo e a metodologia de ensaio.

2.1. Materiais

Os materiais utilizados nesta pesquisa dividem-se entre aqueles utilizados para conformação dos sistemas verticais de vedação em alvenaria de blocos cerâmicos, os revestimentos e os materiais utilizados para preenchimento das cavidades nos blocos cerâmicos.

Os blocos cerâmicos utilizados nesta pesquisa foram de dois tipos diferentes, produzidos por meio da queima da argila, oriundos da Mesorregião Macro Metropolitana Paulista, São Paulo.

A argamassa utilizada é com base cimentícia, industrializada. Foi buscado utilizar uma argamassa para revestimento e assentamento que tivesse, no mínimo, 1800 kg/m³.

A vermiculita expandida utilizada foi fornecida pelo fabricante Brasil Minérios e possui o nome comercial de VermiFloc Acústico, sendo extraída em jazida no estado de Goiás/Brasil. O material foi obtido já como produto disponível no mercado, apresentando granulometria variável, conforme ilustra a Figura 1.



Figura 1: Vermiculita expandida.

Neste trabalho, os dois blocos foram denominados conforme definições da NBR 15270-1 [16], sendo um estrutural (E) e o outro com paredes maciças (M). De acordo com esta norma, bloco estrutural é aquele que possui vazados prismáticos, perpendiculares às faces que os contêm, produzido para ser assentado com os vazados na vertical, com características e propriedades específicas para alvenaria estrutural enquanto que o bloco com paredes maciças é denominado aquele cujas paredes externas são maciças e as internas podem ser paredes maciças ou vazadas.

2.2. Preparo das amostras

Os ensaios de perda de transmissão sonora envolveram o preparo de 12 amostras, com dois diferentes tipos de blocos cerâmicos.

Com cada tipo de bloco foram construídas paredes nas seguintes composições: sem revestimento (SR), com revestimento de gesso (RG) e revestimento em argamassa (RA). Além disso, para cada composição foram construídas amostras sem e com o preenchimento dos septos dos blocos com vermiculita expandida (V), conforme especificado no Quadro 1.

Quadro 1: Composição das amostras.

IMAGEM E ESPECIFICAÇÕES DOS BLOCOS	CARACTERÍSTICA DA AMOSTRA	IDENTIFICAÇÃO
 Dimensões: 14x19x39 cm Fbk: 4,5 Mpa Peso: 9,3 kg	Parede sem revestimento e sem vermiculita	E SR
	Parede com revestimento em gesso de 0,5 cm de espessura em ambas as faces, sem vermiculita	E RG
	Parede com revestimento em argamassa de 2,5 cm de espessura em ambas as faces, sem vermiculita	E RA
	Parede sem revestimento, com vermiculita	EV SR
	Parede com revestimento em gesso de 0,5 cm de espessura em ambas as faces, com vermiculita	EV RG
	Parede com revestimento em argamassa de 2,5 cm de espessura em ambas as faces, com vermiculita	EV RA
 Dimensões: 14x19x29 cm Fbk: 12 Mpa Peso: 6,9 kg	Parede sem revestimento e sem vermiculita	M SR
	Parede com revestimento em gesso de 0,5 cm de espessura em ambas as faces, sem vermiculita	M RG
	Parede com revestimento em argamassa de 2,5 cm de espessura em ambas as faces, sem vermiculita	M RA
	Parede sem revestimento, com vermiculita	MV SR
	Parede com revestimento em gesso de 0,5 cm de espessura em ambas as faces, com vermiculita	MV RG
	Parede com revestimento em argamassa de 2,5 cm de espessura em ambas as faces, com vermiculita	MV RA

Nos sistemas verticais com preenchimento das cavidades, adotou-se o uso de funil dosador para o preenchimento gradual dos septos a cada

fiada. A Figura 2 apresenta algumas das etapas da construção das amostras.



Figura 2: Etapas de construção das amostras: (a) preenchimento dos blocos com vermiculita, (b) construção das alvenarias fora da câmara, (c) amostra sem revestimento instalada na câmara, (d) amostra com revestimento instalada na câmara.

Para todas as amostras, após o assentamento dos blocos, realizou-se o revestimento de gesso e de argamassa cimentícia. Para o revestimento argamassado, contou-se com a realização de duas etapas: realização do chapisco, para garantir aderência do emboço e uniformidade na absorção do substrato e do emboço, e revestimento argamassado com projeção manual.

Após concluída a execução das amostras, foi obedecido o tempo mínimo de sete dias de secagem até a realização dos ensaios. As paredes foram mantidas em condições ambiente de

temperatura e umidade, sendo estes parâmetros incontroláveis, somente passíveis de verificação.

2.3. Ensaios de isolamento acústico

Os ensaios foram realizados na câmara reverberante de ruído aéreo do itt Performance da Unisinos, sendo esta dividida em duas salas, uma emissora e uma receptora, com volume de 61,3 m³ e 57,8 m³, respectivamente.

As amostras foram instaladas entre as duas câmaras através da inserção de um pórtilo no qual as amostras foram construídas (Figura 3). A Figura 4 representa as vistas lateral e frontal do pórtilo de concreto armado em que foram executadas as amostras, com cotas em metros.

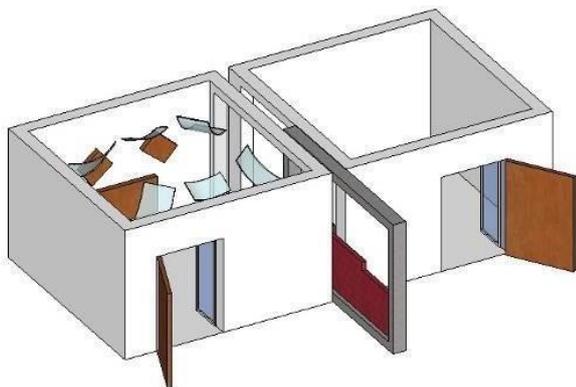


Figura 3: Câmaras de ensaio.

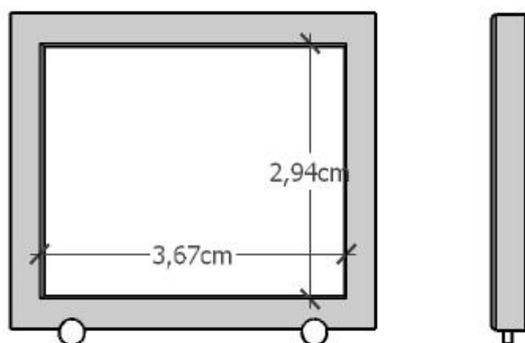


Figura 4: Pórtilo para execução das amostras.

Para a realização do ensaio de isolamento ao ruído aéreo foram seguidas as recomendações da norma ISO 10140-2:2010 [17], tanto nos procedimentos de ensaio, como nas características a serem obedecidas nas câmaras de ensaio.

Na realização do ensaio, alguns parâmetros climáticos devem ser observados: a temperatura não pode ser menor do que 15 °C e a umidade relativa do ar superior a 90 %. Sendo essas medidas observadas, são feitas as medições.

Os equipamentos utilizados foram da marca Brüel & Kjær, com o conjunto composto por: amplificador de potência modelo 2734-A, fonte onidirecional, modelo 4292-L, analisador sonoro modelo 2270, microfone modelo 4189, calibrador portátil modelo 4231 e cabos modelos AQ-0673 e AO-0523.

Com os valores do índice de redução sonora calculados para cada banda de frequência em terços de oitava, faz-se o procedimento descrito pela ISO 717-1:2013 [18], para a obtenção do valor ponderado R_w .

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados dos ensaios por bandas de terços de oitavas para as amostras compostas por blocos estruturais podem ser verificados na Figura 5.

Em todas as situações, o preenchimento dos septos com vermiculita aumentou o isolamento acústico das paredes e o ganho no isolamento foi entre 5 e 7 dB no valor ponderado. A amostra composta por blocos estruturais com preenchimento de vermiculita sem revestimento (EV SR) e a amostra composta por blocos estruturais com preenchimento de vermiculita e revestimento de gesso apresentaram o mesmo isolamento sonoro. Além do valor ponderado ser o mesmo, R_w igual a 44 dB, as curvas apresentam comportamento muito semelhante, sendo coincidentes entre as bandas de 630 e 1.250 Hz. Dessa forma, pode-se afirmar que o efeito do amortecimento interno desse material granulado compensa o uso de camadas muito finas de revestimentos em paredes de alvenaria, com a redução da ressonância interna nos blocos, conforme indicado em estudos de Fringuellino e Smith [3]. As amostras confeccionadas com blocos estruturais, que receberam revestimento argamassado, já apresentaram maior isolamento acústico, decorrente da adição de massa do próprio revestimento. Todavia, também foi verificado o efeito do amortecimento proporcionado pelo preenchimento dos septos dos blocos com o conseqüente aumento no desempenho acústico do sistema. Nessas amostras (E RA e EV RA) o aumento no isolamento sonoro foi evidenciado nos resultados parciais por bandas

de frequências entre 630 e 3.150 Hz, e no R_w de 45 dB sem preenchimento e 51 dB com preenchimento dos septos com a vermiculita expandida.

De acordo com Patrício [19] a utilização de amortecimento no interior da cavidade entre

duas placas também irá alterar o posicionamento da frequência fundamental do sistema. Esse efeito pode ser verificado de forma mais pronunciada em comparações entre as amostras E SR e EV SR e entre E RG e EV RG.

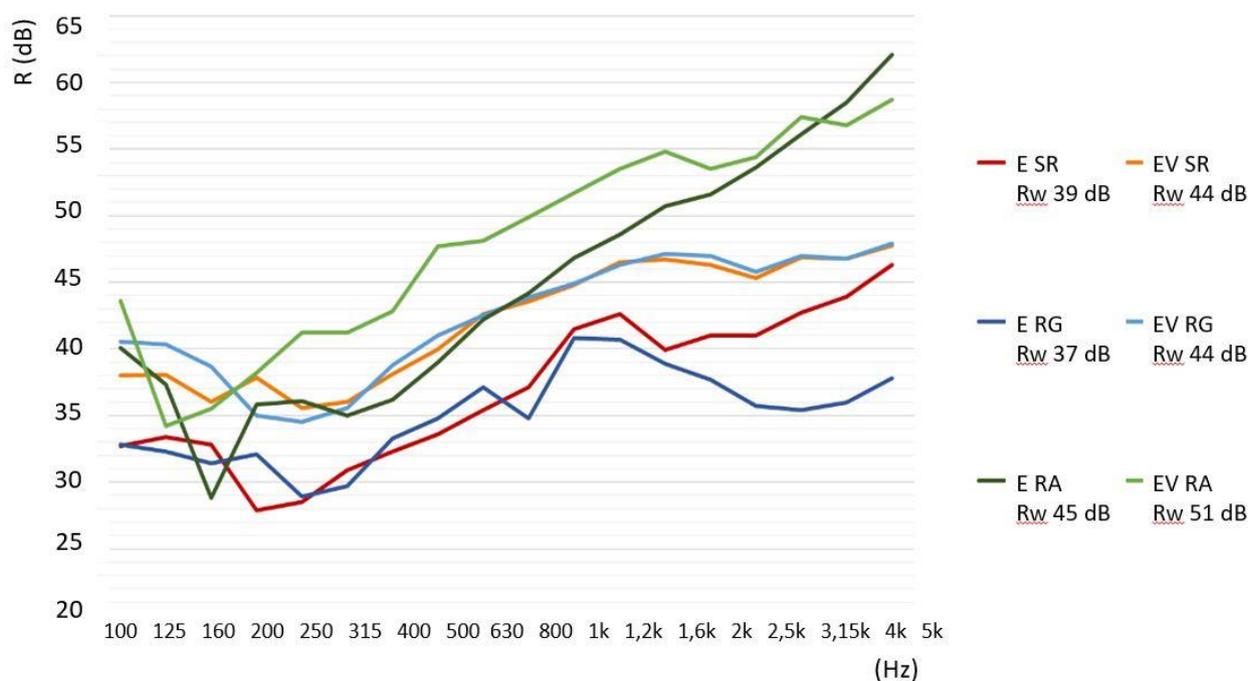


Figura 5: Resultados por bandas de terço de oitavas das amostras com bloco estruturais.

Nas amostras confeccionadas com blocos de vedação o efeito do uso da vermiculita expandida também foi verificado nas três variações de revestimento, conforme mostra a Figura 6. Assim como com as amostras compostas por blocos estruturais, os resultados das amostras com blocos de vedação preenchidos com vermiculita expandida sem revestimento (MV SR) e das amostras com revestimentos de gesso (MV RG) obtiveram o mesmo valor ponderado de 44 dB. Nessas amostras, os valores parciais por bandas de terço de oitavas ficaram semelhantes entre as bandas de 315 e 1.250 Hz. As amostras com revestimento argamassado apresentaram valores superiores em decorrência do aumento da massa e o amortecimento dado pelo preenchimento dos septos com vermiculita expandida resultou em um acréscimo de

4 dB m R_w , alcançando 50 dB com o uso do material granulado.

Na Figura 7 é apresentada uma síntese dos resultados ponderados das 12 amostras deste estudo e, pode-se perceber que o aumento no isolamento acústico foi proporcionado tanto pela adição de massa, com o uso do revestimento argamassado, quanto pela inserção de amortecimento nos vazios dos blocos cerâmicos. Comparando-se a amostra com maior fragilidade acústica, ou seja, sem revestimento e sem preenchimento das cavidades dos blocos, com a amostra confeccionada com revestimento argamassado e vermiculita expandida, o aumento no isolamento acústico foi de 12 dB nas amostras com blocos estruturais (E SR e EV RA) e de 13 dB nas amostras compostas por blocos de vedação (M SR e MV RA).

O aumento na capacidade de isolamento acústico com a adição de revestimento argamassado foi de 6 dB nas amostras confeccionadas com blocos de vedação, representando, aproximadamente, 1 dB para cada 1 cm de revestimento. Essa mesma relação foi encontrada por Klippel Filho et al. [20] em paredes compostas por blocos de vedação de 14 cm de espessura. No entanto, as diferenças encontradas nos blocos de 14 cm de espessura foram superiores às

verificadas no estudo de Souza et al. [12], que verificaram o aumento de 2 dB em R_w com a adição de 5 cm de reboco utilizando o mesmo traço de argamassa, em amostras compostas por blocos cerâmicos vazados de 19 cm de espessura com o preenchimento das cavidades com vermiculita expandida.

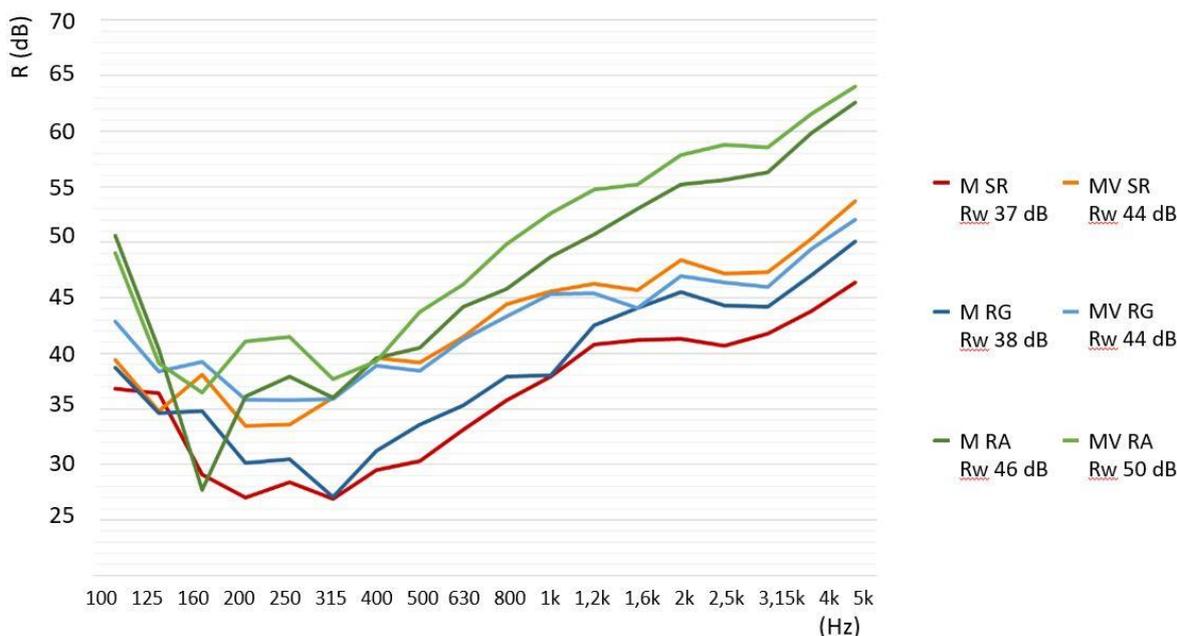


Figura 6: Resultados por bandas de terço de oitavas das amostras com blocos de vedação.

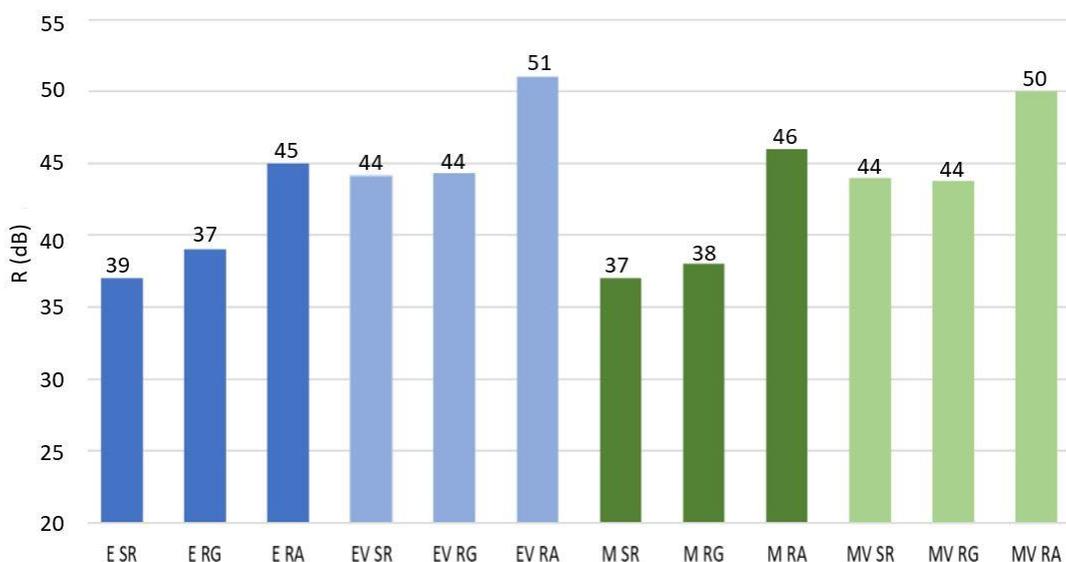


Figura 7: Resultados de R_w para as amostras do estudo.

4. CONCLUSÃO

A busca por alternativas para a qualificação do desempenho acústico dos atuais sistemas construtivos brasileiros tem relevância no sentido de aportar tecnicamente a cadeia produtiva da construção civil. Nesse sentido, este estudo avaliou a utilização de vermiculita expandida no preenchimento de blocos cerâmicos em paredes de alvenaria para o aumento do isolamento acústico desses sistemas construtivos.

Verificou-se que o uso de vermiculita expandida como material de preenchimento dos septos de blocos cerâmico de vedação de 14 cm de espessura, pode aumentar em até 13 dB o isolamento de paredes de alvenaria. Já nos

blocos cerâmico estruturais com a mesma dimensão, foi verificado um aumento de até 12 dB no isolamento ao som aéreo.

Por fim, o uso deste material de origem mineral, apresentou aumento no isolamento ao som aéreo em sistemas de vedação vertical, podendo ser uma alternativa de uso de acordo com a necessidade de desempenho.

5. AGRADECIMENTOS

Fica registrado aqui um agradecimento especial à Cerâmica City, que auxiliou no desenvolvimento desta pesquisa, bem como à empresa Brasil Minérios S/A pela autorização na divulgação das informações.

REFERÊNCIAS

1. SABBATINI, F.H. Alvenaria estrutural: Materiais, execução da estrutura e controle tecnológico. DIDUP/GEPAD. Brasília, 2003.
2. MANOHARAN, C. et al. Analysis of temperature effect on ceramic brick production from alluvial deposits, Tamilnadu, India. *Applied Clay Science*, v. 54, n. 1, p. 20-25, 2011. Disponível em: <doi: 10.1016/j.clay.2011.07.002>.
3. FRINGUELLINO, M.; SMITH, S. Sound transmission through hollow brick walls, *Building Acoustics*. p. 211-224, 1999. Disponível em: <doi: 10.1260/1351010991501419>.
4. HOPKINS, C. Sound insulation. Oxford: Elsevier Ltd., 2012.
5. PATRÍCIO, J. V. Acústica nos edifícios. 7 ed. Porto: Pubindústria, Edições Técnicas, 2018.
6. JACQUS, G.; BERGER, S.; GIBIAT, V.; JEAN, P.; VILLOT, M.; CIUKAJ, S. A homogenised vibratory model for predicting the acoustic properties of hollow brick walls, *Journal of Sound and Vibration*, v. 330, p. 3400-3409. 2011. Disponível em: <doi: 10.1016/j.jsv.2011.02.015>.
7. NARANG, P. P. Sound bridging by wall ties in cavity brick walls: theory and experiment. *Journal of Sound and Vibration*, v. 174, n. 2, p. 169-180, 1994.
8. SEMPRINI, G.; BARBARESI, L. Acoustical properties of light brick walls and its effects on flanking transmission. *Euronoise 2008*. Anais... p. 5579-5583, 2008. Paris: EAA, 2008.
9. KLIPPEL FILHO, S.; PACHECO, F.; TUTIKIAN, B.; OLIVEIRA, M. F.; PATRÍCIO, J. V. A influência da geometria de blocos cerâmicos vazados no isolamento acústico de paredes. *SOBRAC 2018*. Anais... Porto Alegre: Galoá, 2018.
10. TREVISAN, R.; KLIPPEL FILHO, S.; PIRES, J. R.; OLIVEIRA, M. F. Sound insulation comparative study on ceramic masonry with mortar or plasterboard coating. *FIA 2016*. Anais... Buenos Aires: AdA, 2016.
11. FRIEDRICH, A.F.; PAIXÃO, D.X.; VERGARA, E.F. Contribuição do revestimento no isolamento acústico de paredes de alvenaria. *ENTAC 2010*. Anais... Gramado: ANTAC, 2010.
12. SOUZA, C. F.; PORTO, N. O.; EHRENBRING, H. Z.; SILVERIO, P. G.; OLIVEIRA, M. F. Análise do isolamento sonoro a sons aéreos de alvenarias com blocos vazados utilizando revestimento em argamassa. *SOBRAC 2018*. Anais... Porto Alegre: Galoá, 2018.
13. CATAI, R.E.; PENTEADO, A.P.; DALBELLO, P.F. Materiais, técnicas e processos para isolamento acústico. *Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciências dos Materiais (17º CBECIMat)*. Anais... Foz do Iguaçu, 2006.
14. GENCEL, O.; DIAZ, J.J.d.C.; SUTCU, M.; KOKSAL, F.; RABANAL, F.P.; BARRERA, G.M.; BROSTOW, W. Properties of gypsum composites containing vermiculite and polypropylene fiber: Numerical and experimental results. *Energy and Buildings*, v70, p135- 144, 2014.
15. 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. Disponível em: <doi: 10.1016/j.jsv.2011.02.015>.

16.ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15270: Componentes cerâmicos - Blocos e tijolos para alvenaria Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, p. 26. 2017.

17.ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS. ISO 10140: Acoustics -- Laboratory measurement of sound insulation of building elements-- Part 2: Measurement of airborne sound insulation. Genebra, p. 13. 2010.

18.ISO – INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATIONS. ISO 717: Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements-- Part 1: Airborne sound insulation. Genebra, p. 18. 2013.

19.PATRÍCIO, J. V. Isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão: Metodologias de caracterização. LNEC: Lisboa, 2010.

20.KLIPPEL FILHO, S.; LABRES, H.; PACHECO, F.; OLIVEIRA, M. F.; TUTIKIAN, B. F. Influência da espessura de revestimentos de argamassa no desempenho acústico de alvenarias de blocos cerâmicos. Ambiente Construído. Porto Alegre.