

# Influência dos compósitos na isolamento sonora de vedações em bloco de gesso

*Influence of composites on sound insulation of gypsum block partition*

Otávio Joaquim da Silva Júnior 

Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira 

José Jeferson do Rego Silva 

## Resumo

**A**s propriedades internas dos materiais, como densidade, rigidez e amortecimento, influenciam diretamente na capacidade de isolamento sonora de vedações verticais ao ruído aéreo, e aumentar a isolamento sonora requer conhecimento dessas propriedades. Entre os materiais utilizados na construção civil brasileira destaca-se o bloco de gesso, pois possui dimensões que aumentam sua produtividade e menor densidade que os blocos cerâmico e de concreto. Contudo, sua capacidade de isolamento sonora não é diferente dos sistemas construtivos convencionais. Diante da necessidade de aumentar a capacidade de isolamento sonora das vedações em bloco de gesso, esta pesquisa analisou o índice de isolamento sonora de paredes executadas com blocos de gesso, espessura de 50 mm e relação água/gesso de 1.0, e paredes executadas com blocos de gesso compósitos de perlita natural, perlita expandida, vermiculita e alumina. A isolamento sonora dos blocos compósitos de perlita natural e perlita expandida proporcionaram aumento na isolamento sonora de 3 dB e 4 dB, respectivamente. Já os blocos compósitos de vermiculita e alumina apresentaram a maior eficiência, promovendo ganhos de 7 dB, em relação ao bloco de gesso padrão, com apenas 5% de adição. Os resultados apresentados neste trabalho contribuem para produção de blocos de gesso com maior eficiência acústica, fornecendo ao mercado alternativas para garantir o isolamento acústico necessário.

**Palavras-chave:** Desempenho acústico. Vedações verticais. Adições minerais.

## Abstract

*The internal properties of materials, such as density, rigidity and damping, directly influence the sound insulation capacity of vertical partitions against airborne noise, and increasing sound insulation requires knowledge of these properties. Among the materials used in Brazilian civil construction, gypsum block stands out, as it has dimensions that increase its productivity and lower density than ceramic and concrete blocks. However, its sound insulation capacity is not different from conventional building systems. Faced with the need to increase the sound insulation capacity of gypsum block partitions, this research analyzed the sound insulation index of built walls with gypsum blocks, 50mm thick and water/gypsum ratio of 1.0, and built walls with gypsum blocks composites of natural perlite, expanded perlite, vermiculite and alumina. The sound insulation of the composite blocks of natural perlite and expanded perlite provided an increase in sound insulation of 3dB and 4dB, respectively. On the other hand, the composite blocks of vermiculite and alumina showed the highest efficiency, promoting an increase of up to 7dB in the sound reduction index, in relation to the standard gypsum block, with only 5% of addition. The results presented in this paper contribute to the production of gypsum blocks with greater acoustic efficiency, providing the market with alternatives to guarantee the necessary sound insulation.*

**Keywords:** Acoustic performance. Vertical partitions. Mineral additions.

<sup>1</sup>Otávio Joaquim da Silva Júnior

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE - Brasil

<sup>2</sup>Tiago Ancelmo de Carvalho  
Pires de Oliveira

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE - Brasil

<sup>3</sup>José Jeferson do Rego Silva

<sup>3</sup>Universidade Federal de Pernambuco  
Recife - PE - Brasil

Recebido em 10/01/23

Aceito em 05/04/23

## Introdução

O desempenho acústico das edificações residenciais brasileiras, vedações verticais e horizontais, é normatizado conforme os requisitos e critérios estabelecidos na NBR 15575-4 (ABNT, 2021). Para isolamento do ruído aéreo de vedações verticais é utilizada a diferença padronizada de nível ponderada ( $D_{nT,W}$ ) como parâmetro.

A diferença padronizada de nível é o parâmetro de isolamento acústico medido em campo, obtido pela diferença entre os níveis de pressão sonora na sala de emissão e na sala de recepção, tendo como referência o tempo de reverberação da sala de recepção. Contudo, na fase de projeto pode-se utilizar a ISO 12354 (INTERNATIONAL..., 2017), que utiliza o índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) como parâmetro para estimar o  $D_{nT,W}$ .

A isolamento sonora de um material, caracterizada pela perda de transmissão sonora, é altamente dependente da tecnologia adotada para sua construção. Os materiais convencionalmente utilizados na construção civil brasileira, como blocos cerâmicos e blocos de concreto, são pesados e sua isolamento sonora segue a lei da massa.

A perda de transmissão é função da densidade de área do material e da frequência da onda incidente, apresentando o comportamento observado na Figura 1 para partições uniformes.

Para obtenção de maiores resultados de isolamento sonora, sem emprego de grandes massas, são utilizadas paredes duplas ou triplas, formando o efeito conhecido como massa/mola/massa (GERGES, 2000).

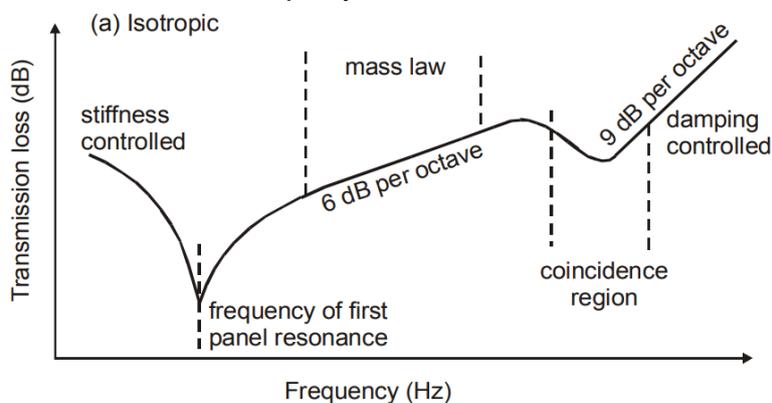
Conhecer as propriedades acústicas dos materiais é então o desafio dos projetistas, que devem especificar sistemas construtivos que, após executados, atendam ao desempenho mínimo requerido.

O desempenho acústico de um sistema de vedação é função principalmente da perda de transmissão sonora (PT) ou transmission loss (TL), parâmetro inversamente proporcional ao coeficiente de transmissão sonora ( $\tau$ ), parcela de energia sonora transmitida de um ambiente para outro, transpassando um obstáculo (BIES; HANSEN, 2009). Ou seja, a perda de transmissão sonora refere-se exclusivamente à parcela de energia retida em um ou mais elementos construtivos (ex.: parede, janela, porta, etc.), não havendo transmissões marginais. Avaliar esse parâmetro é possível a partir de ensaios realizados em câmaras reverberantes de emissão e recepção, que estão totalmente isoladas uma da outra, e ambas isoladas do elemento avaliado.

Nas situações de campo, como previsto na NBR 15575 (ABNT, 2021), a transmissão sonora pode ocorrer por duas formas, via direta, realizada exclusivamente através do elemento de vedação, e por caminhos marginais, quando a propagação da energia sonora ocorre pelos elementos envolventes dos compartimentos (MARTINS, 2008).

Na fase de elaboração dos projetos é de fundamental importância a utilização de uma metodologia que permita a estimativa do isolamento acústico ( $D_{nT,W}$ ). Essa estimativa pode ser obtida com base na ISO 12354-1 (INTERNATIONAL..., 2017), utilizando as características do projeto e os parâmetros acústicos de laboratório, como o índice de redução sonora ( $R$ ). Contudo, a maioria dos fornecedores não possuem o índice de redução sonora de seu material, e os que possuem nem sempre conseguem a isolamento sonora que satisfaça as necessidades dos projetistas, sendo necessário, em alguns casos, a utilização de sistemas compostos, como paredes duplas ou triplas.

Figura 1 - Perda de transmissão sonora de partições uniformes



Fonte: Bies e Hansen (2009).

As vedações verticais em bloco de gesso, bastante utilizadas na Região Nordeste do Brasil, não possuem muitas informações dos parâmetros acústicos, como índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) – especificado apenas por alguns fornecedores do bloco, índice de absorção sonora ( $\alpha$ ) e amortecimento ( $\eta$ ).

Silva, Rego e Pinheiro (2018) analisaram o índice de redução sonora de vedações verticais em bloco de gesso maciço com 100 mm, 70 mm e 50 mm de espessura, e vazados com 100 mm e 80 mm de espessura, os quais, de forma geral, seguem a lei da massa, em que a isolamento sonora aumenta com o aumento da densidade superficial (massa por unidade de área), independentemente da tipologia dos blocos, maciço ou vazado.

Silva, Rego e Pinheiro (2014) e Ferreira e Bertoli (2010) analisaram, respectivamente, a perda de transmissão sonora de vedações em bloco de gesso maciço com espessura de 100 mm, cuja densidade superficial está em torno de 100 Kg/m<sup>2</sup>, e bloco cerâmico vazado com 140 mm de espessura, cuja densidade superficial está em torno de 180 Kg/m<sup>2</sup>, e ambas as vedações apresentaram o mesmo índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ), 39 dB. Tais resultados mostram que o bloco de gesso, que possui menor densidade superficial, tem maior potencial de aumento da isolamento sonora.

Melhorar então as propriedades acústicas dos blocos de gesso é de fundamental importância para garantir que o produto continue sendo utilizado nas condições de vedação previstas na NBR 15575-4 (ABNT, 2021).

Todavia, aumentar a isolamento sonora de elementos de vedação é uma das tarefas mais complexas e trabalhosas, uma vez que aumentar a massa dos elementos gera maior sobrecarga à estrutura, e utilizar paredes duplas ou triplas acarreta aumento na espessura das paredes, reduzindo a área útil dos ambientes.

O estudo de materiais compósitos na produção de componentes que proporcionem aumento do isolamento acústico, tem sido um tema crescente na pesquisa científica, visto que a lei da massa e o efeito de massa/mola/massa podem limitar a utilização de alguns sistemas construtivos. Estudos realizados por Binici *et al.* (2012), aplicando materiais fibrosos e porosos, mostraram que aglomerados utilizando resíduos de algodão, cinza volante e resina epóxi melhoram as propriedades térmicas, acústicas e de resistência à flexão. Aumentando a espessura do resíduo de algodão, colocado entre duas placas de aglomerados, observou-se o incremento na isolamento sonora, funcionando o resíduo de algodão como material amortecedor.

Já na pesquisa realizada por Xu *et al.* (2017), que analisou a utilização de rochas e minerais, leves e pesados, às misturas de concretos e argamassas, foi observado que o isolamento acústico de compósitos de policloreto de vinila (PVC) com adição de mica, percentuais de 1%, 5%, 10%, 20% e 30%, apresentou maiores perdas de transmissão sonora quando utilizado 10% de mica, até a frequência crítica. Após a frequência crítica a perda de transmissão cresceu com o aumento no percentual de mica.

Binici *et al.* (2009) investigaram também compósitos de tijolos de barro com adições de cimento, pedra-pomes basáltica e gesso, mostrando que os compósitos com adição do gesso proporcionaram maior isolamento sonora que os demais materiais investigados, especialmente na primeira frequência de ressonância do sistema.

A melhoria das propriedades físicas e mecânicas de compósitos está motivando diversos estudos, sendo a perlita, a vermiculita e a alumina, alvo desta pesquisa, minerais com potencial para melhoramento na isolamento sonora de vedações em bloco de gesso.

Pesquisas realizadas por Zhao *et al.* (2014) mostraram que a adição de perlita expandida possui melhor absorção sonora que adições de escória e argila. Contudo, não foi objetivo da pesquisa a análise de isolamento sonora do compósitos gesso/perlita.

Já a adição conjunta de vermiculita e perlita à matriz de gesso, estudada por Abidi, Joliff e Favotto (2016), apresentou boa redução no módulo de elasticidade, causada por aumentos na taxa de porosidade. Logo, quanto maior a adição percentual de perlita e/ou vermiculita, menor será o módulo de elasticidade, característica essa que influencia diretamente na capacidade de isolamento sonora.

Este estudo tem por objetivo apresentar a influência das adições de perlita natural, perlita expandida, vermiculita e alumina na capacidade de isolamento sonora de vedações executadas em bloco de gesso e sua relação com o bloco de gesso padrão.

## Método

A análise de isolamento sonora das vedações executadas com blocos de gesso padrão e compósitos foi realizada a partir de testes realizados em laboratório que cumpre os requisitos normativos, seguindo os procedimentos descritos na norma internacional ISO 10140-2 (INTERNATIONAL..., 2010).

## Produção dos blocos de gesso

Os blocos de gesso utilizados na construção das vedações verticais, empregadas nos testes para obtenção do índice de redução sonora, foram produzidos individualmente em laboratório.

Os blocos de gesso foram produzidos com a relação água/gesso de 1.0, sendo os blocos de gesso compósitos fabricados com adição de 5% da massa do gesso.

Os blocos de gesso produzidos foram maciços e seguiram as dimensões padronizadas na NBR 16494 (ABNT, 2017a): 500 mm de altura, 666 mm de comprimento e espessura de 50 mm (Figura 2). Os blocos de gesso maciço com 50 mm de espessura são geralmente utilizados em paredes de compartimentação, pois possuem menor espessura e menor peso, e atendem aos critérios estruturais exigidos para esses ambientes. Neste estudo foi utilizada essa tipologia de bloco por apresentar melhores condições de fabricação e montagem.

Inicialmente o pó de gesso foi submetido a um pré-tratamento, passando na peneira com abertura de 2,0 mm para remoção de torrões e impurezas. O gesso e as adições foram então pesados e misturados no estado anidro, formando um material seco e homogêneo.

Já a preparação da pasta de gesso, utilizada na produção dos blocos, foi realizada aplicando-se o seguinte procedimento:

- (a) colocar a quantidade de água em um recipiente impermeável e não reativo;
- (b) polvilhar a massa de gesso/compósito sobre a água;
- (c) deixar repousar por 2 minutos;
- (d) misturar manualmente de forma contínua pelo período de 2 minutos, removendo os “grumos” de gesso;
- (e) preencher os moldes em camadas, batendo com uma espátula para evitar o aprisionamento de bolhas de ar;
- (f) rasar e nivelar a superfície dos blocos de gesso, sem alisar ou pressionar;
- (g) desmoldar os blocos após completo endurecimento da pasta; e
- (h) identificar os corpos de prova e secar em área protegida e com ar circulante, até que a massa se torne constante.

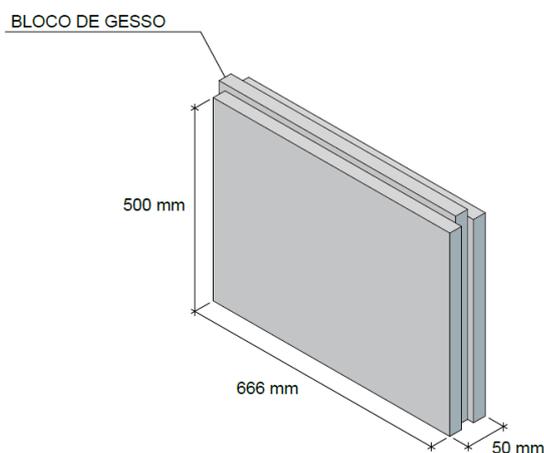
Foram produzidos cinco tipos de bloco de gesso, que seguiram a descrição apresentada no Quadro 1.

## Medição do índice de redução sonora (R)

O índice de redução sonora das vedações foi medido nas câmaras reverberantes para ensaio de isolamento sonora do laboratório de Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Pernambuco (ITEP).

As duas câmaras do laboratório, emissão e recepção, possuem volumes de 60 m<sup>3</sup> e 67 m<sup>3</sup>, respectivamente, e são separadas por um pórtico metálico móvel, desconectado das paredes por tubos isolantes de espuma elastomérica (borracha sintética de alta densidade).

Figura 2 - Bloco de gesso maciço



Quadro 1 - Descrição das vedações em bloco de gesso

DESCRIÇÃO
Bloco de gesso padrão produzido em laboratório com relação água/gesso de 1.0
Bloco de gesso compósito, produzido em laboratório com relação água/gesso de 1.0 e adição de 5% de perlita natural
Bloco de gesso compósito, produzido em laboratório com relação água/gesso de 1.0 e adição de 5% de perlita in expandida
Bloco de gesso compósito, produzido em laboratório com relação água/gesso de 1.0 e adição de 5% de vermiculita
Bloco de gesso compósito, produzido em laboratório com relação água/gesso de 1.0 e adição de 5% de alumina

As câmaras reverberantes são constituídas por paredes e lajes de concreto armado com 30 cm de espessura e portas acústicas (1,50 m x 2,50 m), vedadas com borracha em todo o seu contorno e fechada sob pressão, garantindo uma boa estanqueidade.

As câmaras reverberantes não possuem paredes paralelas e utilizam-se difusores acústicos nas paredes e tetos, promovendo um campo difuso.

Toda estrutura da câmara é apoiada sobre amortecedores elásticos (neoprene), os quais transferem a carga da estrutura para os pilares de apoio e estes para a fundação, evitando que vibrações externas possam interferir nos resultados.

As paredes ensaiadas (amostras), com dimensões de 3,90 x 2,60 m, foram executadas em pórticos metálicos fora da câmara, e após adquirirem a resistência necessária foram levadas para o local de teste.

Os blocos foram executados conforme preconizado na NBR 16657 (ABNT, 2017b), sendo utilizado gesso cola para fixação dos blocos e encunhamento. As paredes foram testadas sem revestimento, visto que a pesquisa tem o interesse de mostrar os resultados exclusivamente dos blocos.

Os testes para obtenção do índice de redução sonora (R) foram realizados em 5 amostras, ilustradas na Figura 3.

Os testes experimentais para determinação do índice de isolamento sonora (R) foram realizados nas câmaras reverberantes do ITEP, e seguiram os procedimentos descritos na norma internacional ISO 10140-2 (INTERNATIONAL..., 2010):

- medição de emissão: na sala de emissão (maior volume) foram realizadas 10 medições, sendo duas posições de fonte e 5 posições de microfone para cada posição de fonte;
- medição de recepção: na sala de recepção (menor volume) foram realizadas 10 medições, sendo duas posições de fonte e 5 posições de microfone para cada posição de fonte;
- ruído residual (ruído de fundo): o ruído residual foi medido na sala de recepção nos mesmos 5 pontos onde foram realizadas as medições de recepção; e
- tempo de reverberação (TR): o tempo de reverberação foi medido em três pontos na sala de recepção, sendo duas medições para cada ponto, num total de seis tempos de reverberação.

As medições de emissão, recepção e ruído de fundo tiveram duração de 15 segundos, tempo mínimo preconizado na ISO 10140-2 (INTERNATIONAL..., 2010) e foram medidos em bandas de 1/3 de oitava, no intervalo de frequência entre 50 Hz e 10.000 Hz.

Os resultados foram então compilados no software do próprio equipamento, fornecendo o índice de redução sonora em cada banda de frequência e o índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ).

## Resultados e discussões

A caracterização da isolamento sonora dos blocos de gesso, produzidos em laboratório, foi realizada inicialmente com os blocos de gesso padrão, sem adições, os quais serviram de referência para análise comparativa com os blocos de gesso compósitos.

Os resultados do índice de redução sonora (R) foram analisados por bandas de frequência em 1/3 de oitava, e posteriormente analisados entre si.

Figura 3 - Amostras submetidas aos testes para obtenção do índice de redução sonora (R)



### Bloco de gesso padrão

O Índice de redução sonora dos blocos de gesso padrão foi obtido a partir de três medições, cujos resultados são apresentados na Figura 4. Os resultados mostrando uma boa concordância dos valores, sendo a diferença entre as medições mais significativa nas frequências entre 50 Hz e 80 Hz, não chegando a 4 dB.

Os resultados mostram uma boa repetibilidade das medições, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 10% em todas as frequências e ficou abaixo de 2% nas frequências acima de 315 Hz.

O índice de redução sonora médio da vedação executada com os blocos de gesso padrão é ilustrada na Figura 5, sendo de 30 dB o índice de redução sonora ponderado.

Figura 4 - Índice de redução sonora (R) da vedação executada com blocos de gesso padrão

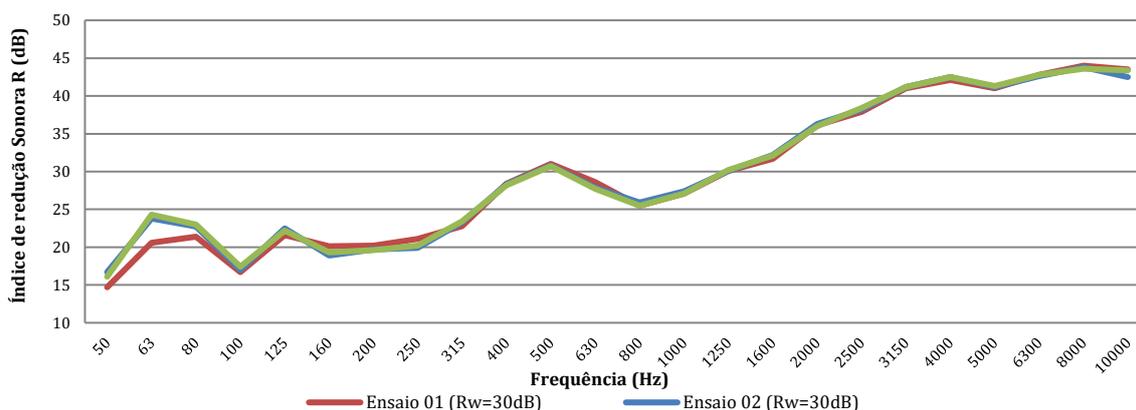
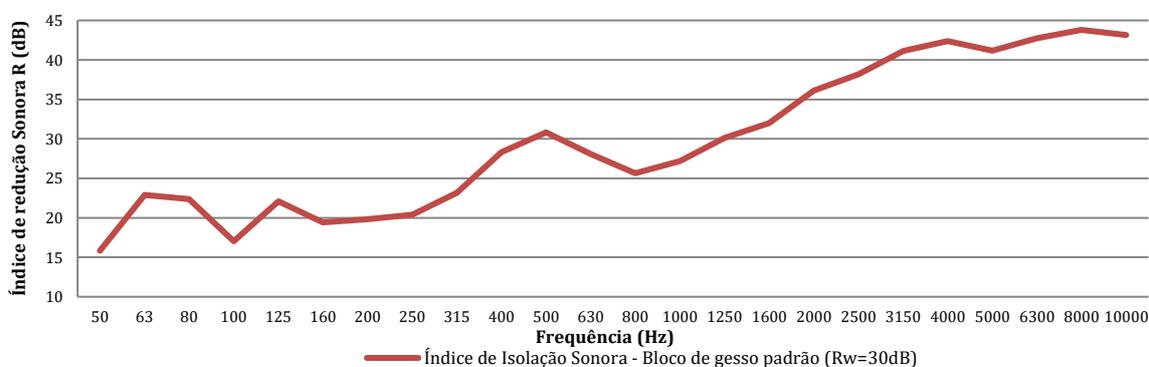


Figura 5 - Índice de redução sonora (R) médio da vedação executada com blocos de gesso padrão



Os resultados apresentados na Figura 5 mostram que a região controlada pela rigidez vai até a frequência de ressonância, em torno de 100 Hz. Entre as frequências de 100 Hz e 250 Hz tem-se uma região controlada pela ressonância, e entre 250 Hz e 500 Hz um crescimento linear médio de 11 dB por oitava, resultado bem acima dos 6 dB esperados para essa região, controlada pela lei da massa.

A frequência crítica aparece bem definida em torno da frequência de 800 Hz, a partir da qual a isolação sonora cresce linearmente, em média 7 dB por oitava, região controlada pelo amortecimento (BIES; HANSEN, 2009).

### Bloco de gesso compósito de perlita natural

Os resultados de índice de redução sonora da vedação executada com blocos de gesso compósito de perlita natural, obtidos em três medições, são apresentados na Figura 6, mostrando uma boa concordância dos valores. A diferença entre as medições foi mais significativa na frequência de 50 Hz, mas não chegou a 3 dB.

Os resultados mostram uma boa repetibilidade das medições, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 5% em todas as frequências e ficou abaixo de 2% nas frequências acima de 250 Hz.

O índice de redução sonora médio da vedação executada com os blocos de gesso compósitos de perlita natural é ilustrada na Figura 7, sendo de 33 dB o índice de redução sonora ponderado.

Os resultados apresentados na Figura 7 mostram que a região controlada pela rigidez vai até a frequência de ressonância, em torno de 80 Hz. Entre as frequências de 80 Hz e 250 Hz tem-se uma região controlada pela ressonância, e entre 250 Hz e 400 Hz um crescimento linear médio de 13 dB por oitava, resultado bem acima dos 6 dB esperados para essa região, controlada pela lei da massa.

A frequência crítica aparece bem definida em torno da frequência de 800 Hz, a partir da qual a isolação sonora cresce linearmente, em média 9 dB por oitava, região controlada pelo amortecimento.

Figura 6 - Índice de redução sonora (R) da vedação executada com blocos de gesso compósito de perlita natural

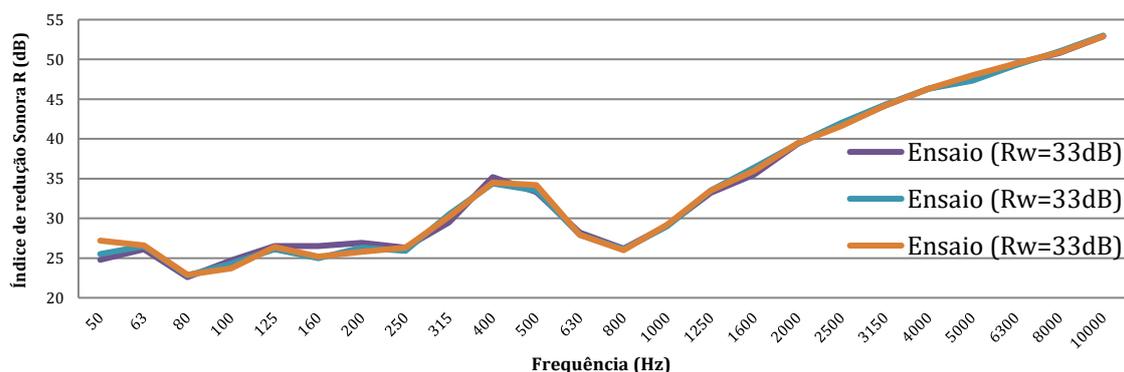
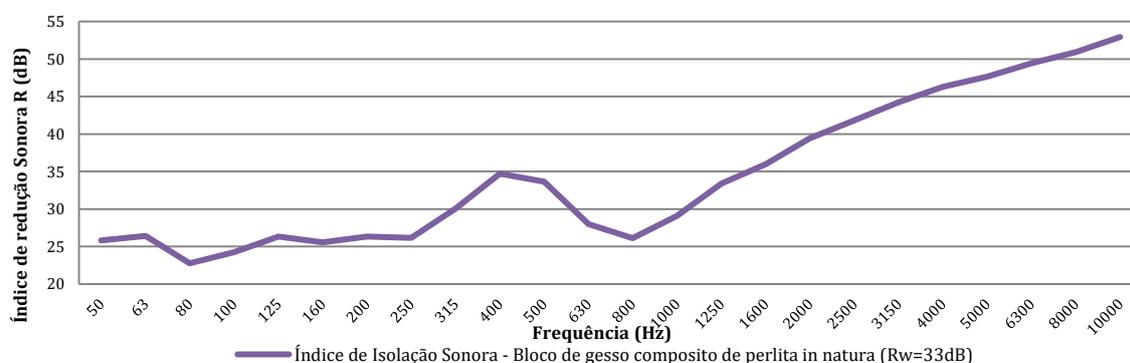


Figura 7 - Índice de redução sonora (R) médio da vedação executada com blocos de gesso compósitos de perlita natural



## Bloco de gesso compósito de perlita expandida

Os resultados de índice de redução sonora da vedação executada com blocos de gesso compósito de perlita expandida, obtidos em três medições, são apresentados na Figura 8, mostrando uma boa concordância dos valores. A diferença entre as medições foi menor que 2 dB em todas as frequências analisadas.

Os resultados mostram uma boa repetibilidade das medições, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 4% em todas as frequências e ficou abaixo de 2% nas frequências acima de 160 Hz.

O índice de redução sonora médio da vedação executada com os blocos de gesso compósitos de perlita expandida é ilustrada na Figura 9, sendo de 34 dB o índice de redução sonora ponderado.

Os resultados apresentados na Figura 9 mostram que a região controlada pela rigidez vai até a frequência de ressonância, em torno de 100 Hz. Entre as frequências de 100 Hz e 250 Hz tem-se uma região controlada pela ressonância, e entre 250 Hz e 400 Hz um crescimento linear médio de 11 dB por oitava, resultado bem acima dos 6 dB esperados para essa região, controlada pela lei da massa.

A frequência crítica aparece bem definida em torno da frequência de 800Hz, a partir da qual a isolação sonora cresce linearmente, em média 8 dB por oitava, região controlada pelo amortecimento.

## Bloco de gesso compósito de vermiculita

Os resultados do índice de redução sonora das três medições realizadas na vedação executada com blocos de gesso compósito de vermiculita são apresentados na Figura 10, mostrando uma boa concordância dos valores. A diferença entre as medições foi menor que 3 dB em todas as frequências analisadas.

Os resultados mostram uma boa repetibilidade das medições, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 5% em todas as frequências e ficou abaixo de 2% nas frequências acima de 250 Hz.

O índice de redução sonora médio da vedação executada com os blocos de gesso compósitos de vermiculita é ilustrada na Figura 11, sendo de 36 dB o índice de redução sonora ponderado.

Figura 8 - Índice de redução sonora (R) da vedação executada com blocos de gesso compósito de perlita expandida

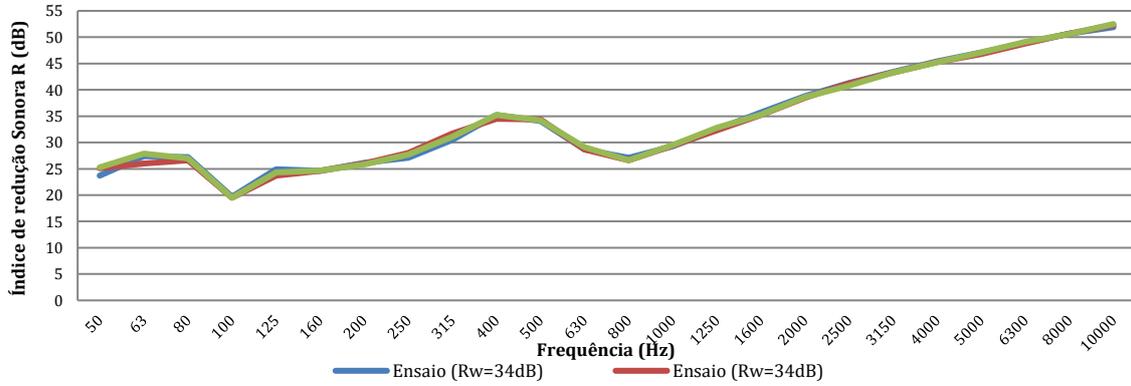


Figura 9 - Índice de redução sonora (R) médio da vedação executada com blocos de gesso compósitos de perlita expandida

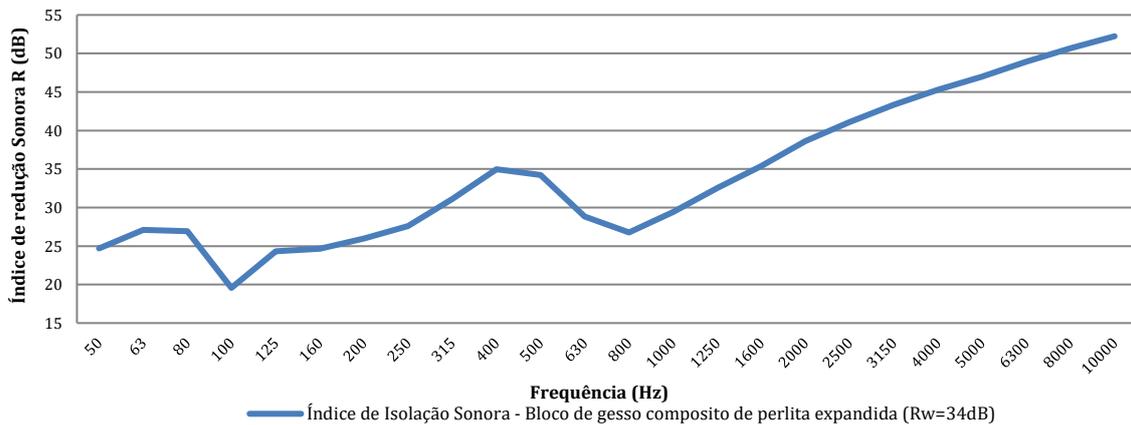


Figura 10 - Índice de redução sonora (R) da vedação executada com blocos de gesso compósito de vermiculita

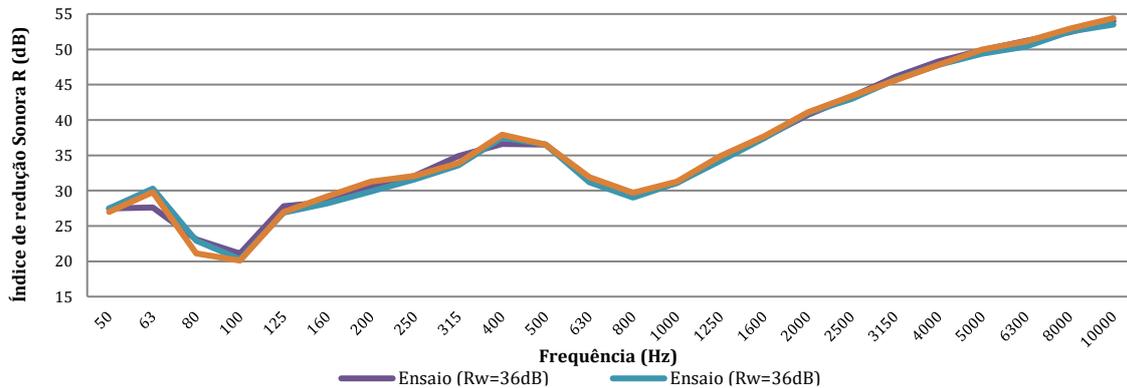
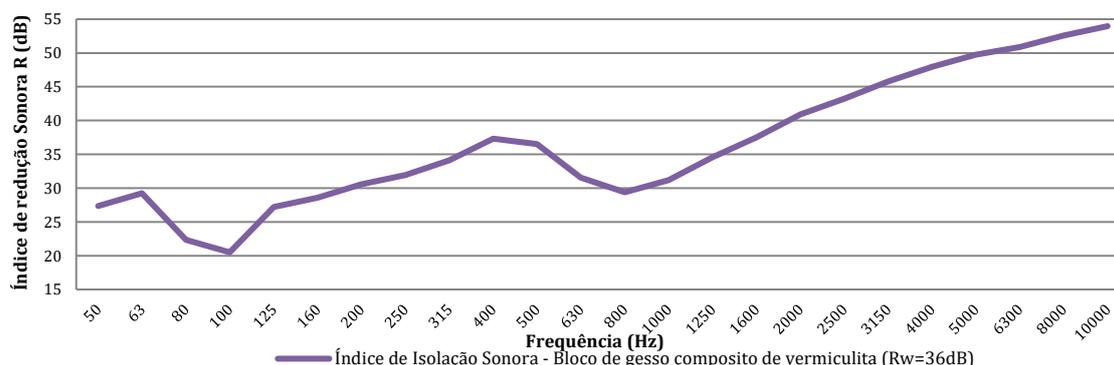


Figura 11 - Índice de redução sonora (R) médio da vedação executada com blocos de gesso compósito de vermiculita



Os resultados apresentados na Figura 11 mostram que a região controlada pela rigidez vai até a frequência de ressonância, em torno de 100 Hz. Entre as frequências de 100 Hz e 160 Hz tem-se uma pequena região controlada pela ressonância, e entre 160 Hz e 400 Hz um crescimento linear médio de 6 dB por oitava, controlada pela lei da massa.

A frequência crítica aparece bem definida em torno da frequência de 800 Hz, a partir da qual a isolamento sonora cresce linearmente, em média 7 dB por oitava, região controlada pelo amortecimento.

Destaca-se nos resultados do bloco de gesso compósito de vermiculita o fato da isolamento sonora aumentar linearmente já a partir da frequência de ressonância (100 Hz), não havendo um “patamar” na região controlada pela ressonância, como observado nas demais vedações analisadas.

### Bloco de gesso compósito de alumina

Os resultados do índice de redução sonora das três medições realizadas na vedação executada com blocos de gesso compósito de alumina são apresentados na Figura 12, mostrando uma boa concordância dos valores. A diferença entre as medições foi menor que 3 dB em todas as frequências analisadas.

Os resultados mostram uma boa repetibilidade das medições, uma vez que o coeficiente de variação foi inferior a 5% em todas as frequências e ficou abaixo de 2% nas frequências acima de 400 Hz.

O índice de redução sonora médio da vedação executada com os blocos de gesso compósito de alumina é ilustrada na Figura 13, sendo de 36 dB o índice de redução sonora ponderado.

Os resultados apresentados na Figura 13 mostram que a região controlada pela rigidez vai até a frequência de ressonância, em torno de 100 Hz. Entre as frequências de 100 Hz e 200 Hz tem-se a região controlada pela ressonância, e entre 200 Hz e 400 Hz um crescimento linear médio de 9 dB por oitava, resultado acima dos 6 dB esperados para essa região, controlada pela lei da massa.

A frequência crítica aparece bem definida em torno da frequência de 800 Hz, a partir da qual a isolamento sonora cresce linearmente, em média 7 dB por oitava, resultado abaixo dos 9 dB esperados para essa região, controlada pelo amortecimento.

### Relação entre a isolamento sonora de vedações em bloco de padrão e compósitos

Uma vez obtidos os índices de redução sonora das vedação em bloco de gesso padrão e compósitos, analisou-se a correlação entre os elementos.

Os resultados médios de isolamento sonora do bloco de gesso padrão e dos compósitos são apresentados na Figura 14 e o índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) na Tabela 1.

Observa-se que os blocos de gesso compósitos possuem a mesma frequência de ressonância e frequência crítica do bloco de gesso padrão, permitindo afirmar que as alterações físicas e mecânicas causadas por 5% de adição não modificam a frequência natural do bloco de gesso.

Figura 12 - Índice de redução sonora (R) da vedação executada com blocos de gesso composto de alumina

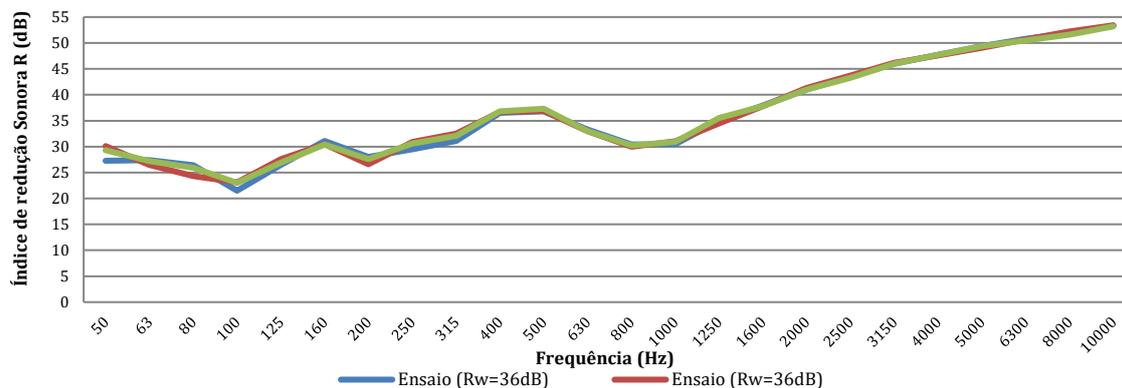


Figura 13 - Índice de redução sonora (R) médio da vedação executada com blocos de gesso composto de alumina

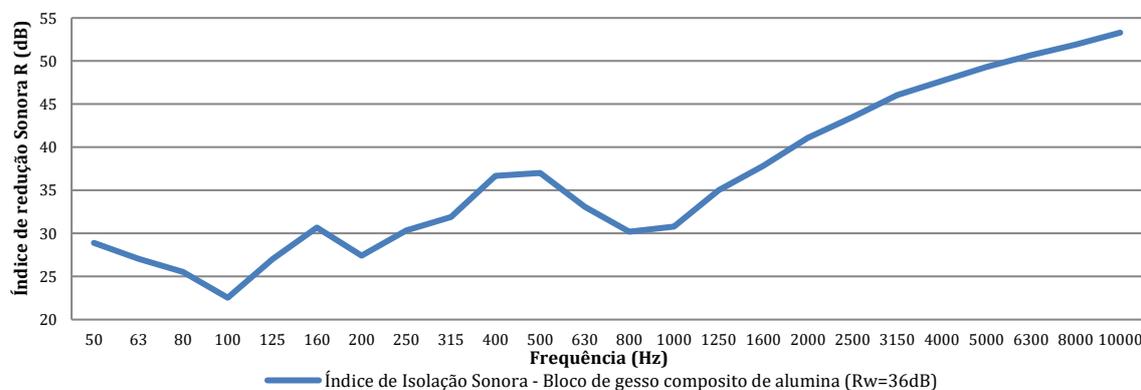


Figura 14 - Índice de redução sonora (R) médio da vedação executada com blocos de gesso padrão e compostos

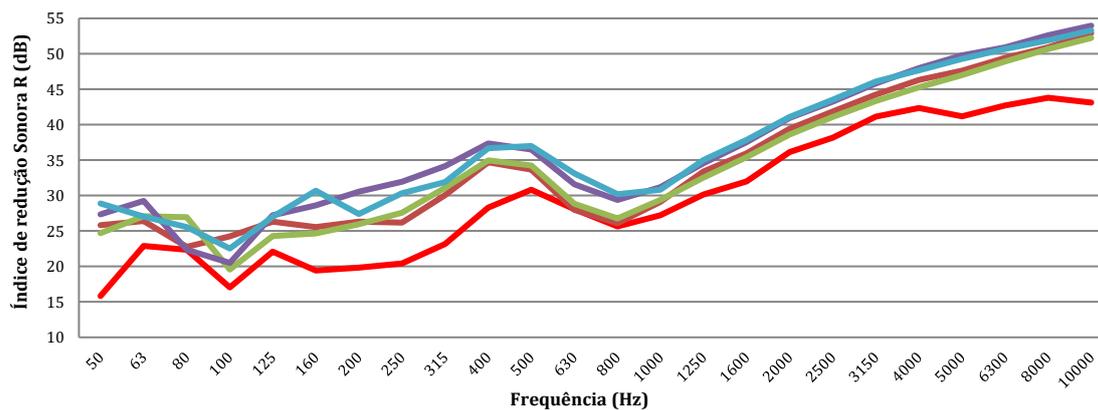


Tabela 1 - Índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ )

TIPOLOGIA DA VEDAÇÃO	$R_w$ (dB)
Bloco de gesso padrão	30
Bloco de gesso composto perlita natural	33
Bloco de gesso composto de perlita expandida	34
Bloco de gesso composto de vermiculita	36
Bloco de gesso composto de alumina	36

Os compósitos de perlita, natural e expandida possuem comportamento similar, especialmente a partir da frequência de ressonância, podendo-se atribuir a diferença de 1 dB no índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ) à variabilidade dos resultados na região controlada pela rigidez (baixa frequência).

A adição de perlita, natural e expandida proporcionou à pasta de gesso um ganho médio de 5 dB nas regiões controladas pela ressonância e pela lei da massa. Na frequência de ressonância o índice de redução sonora praticamente não foi alterado, voltando a apresentar maior eficiência na região controlada pelo amortecimento.

O compósito de alumina, com apenas 5% de adição, proporcionou aos blocos de gesso um aumento médio de 6 dB no índice de redução sonora em todas as frequências.

O compósito de vermiculita, que proporcionou uma leve redução na densidade dos blocos de gesso, apenas 2,5% com adição de 5%, elevou significativamente o índice de redução sonora nas regiões controladas pelo amortecimento e pela lei da massa, em média 10 dB. Na região controlada pelo amortecimento o acréscimo na isolamento sonora foi em média 6 dB.

Os resultados de índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ), obtidos com os blocos de gesso compósitos de vermiculita e alumina, apresentam ganhos de isolamento sonora que tornam essa tipologia de bloco compatível com os blocos de gesso maciço de 100 mm e bloco cerâmico vazado com 140 mm, cujos resultados foram apresentados por Silva, Rego e Pinheiro (2014) e Ferreira e Bertoli (2010).

## Conclusões

A influência das adições de perlita natural, perlita expandida, vermiculita e alumina na capacidade de isolamento sonora dos blocos de gesso foi investigada nesta pesquisa, mostrando que tais adições podem contribuir para o desempenho acústico das vedações.

Garantir uma isolamento sonora compatível com a utilização dos ambientes é um objetivo trivial no projeto de isolamento acústico; no entanto, indicar os materiais com a capacidade de isolamento sonora necessária não é uma tarefa tão simples, pois a perda de transmissão sonora segue basicamente a lei da massa, em que o aumento na perda de transmissão sonora é diretamente proporcional ao peso ( $\text{Kg/m}^2$ ) da vedação. Outra forma utilizada para se obter um ganho na perda de transmissão é a utilização de paredes duplas e materiais absorventes acústicos, como lã de vidro e lã de rocha.

Mas as propriedades internas dos materiais podem ser alteradas para potencializar o isolamento acústico, e neste estudo adicionou-se à mistura de gesso 4 diferentes minerais: perlita natural, perlita expandida, vermiculita e alumina.

Os resultados obtidos possibilitaram as seguintes afirmações:

- (a) o índice de redução sonora ( $R$ ), em todos os testes, apresentou boa repetibilidade, sendo o coeficiente de variação inferior a 10% em todas as frequências;
- (b) as adições analisadas não modificaram a frequência natural dos blocos de gesso;
- (c) as adições de perlita natural e perlita expandida, apesar de modificarem a densidade da pasta de gesso, promovem leves ganhos na capacidade de isolamento sonora;
- (d) o bloco de gesso compósito de alumina elevou o índice de redução sonora em média 6 dB para todas as frequências, tendo um comportamento similar ao bloco de gesso padrão. A adição de alumina mostra-se extremamente eficiente na capacidade de isolamento sonora, pois com adição de apenas 5%, promovendo um aumento médio de 4,7% na densidade, proporciona à vedação um ganho de 7 dB no índice de redução sonora ponderado;
- (e) a adição de vermiculita, diferentemente da alumina, reduziu a densidade do bloco de gesso em média 2,5%, mas proporcionou também um ganho de 6 dB no índice de redução sonora ponderado ( $R_w$ ). Nas regiões controladas pelo amortecimento e pela lei da massa o compósito mostrou-se extremamente eficiente, promovendo ganhos de até 10 dB no índice de redução sonora; e
- (f) a utilização de vermiculita e alumina mostra-se eficiente no aumento da capacidade de isolamento sonora dos blocos de gesso, informação de grande relevância para fornecedores que buscam a produção de blocos de gesso que possam atender aos critérios mais restritivos da norma de desempenho NBR 15575 (2021). Projetistas, munidos dessa informação, podem analisar e especificar blocos de gesso que possuam a isolamento sonora necessária para atendimento ao desempenho desejado.

De forma geral, os compósitos utilizados nesta pesquisa, com adição de 5%, contribuíram para o aumento na capacidade de isolamento sonora dos blocos de gesso, sendo esse aumento mais expressivo nos compósitos de vermiculita e alumina.

## Referências

- ABIDI, S.; JOLIFF, Y.; FAVOTTO, C. Impact of perlite, vermiculite and cement on the Young modulus of a plaster composite material: experimental, analytical and numerical approaches. **Composites Part B**, v. 92, p. 28-36, 2016.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-4**: edificações habitacionais: desempenho parte 4: requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas – SVVIE. Rio de Janeiro, 2021.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16494**: bloco de gesso para vedação vertical: requisitos. Rio de Janeiro, 2017a.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16657**: bloco de gesso: alvenaria de vedação: execução, inspeção e controle. Rio de Janeiro, 2017b.
- BIES, D. A.; HANSEN, C. H. **Engineering noise control**: theory and practice. 2<sup>nd</sup>. ed. Abingdon: Spon Press, 2009.
- BINICI, H. *et al.* Investigating sound insulation, thermal conductivity and radioactivity of chipboards produced with cotton waste, fly ash and barite. **Construction and Building Materials**, v. 30, p. 826-832, 2012.
- BINICI, H. *et al.* Sound insulation of fibre reinforced mud brick walls. **Construction and Building Materials**, v. 23, p. 1035-1041, 2009.
- FERREIRA, M. F. N.; BERTOLI, S. R. Desempenho acústico de paredes de blocos e tijolos cerâmico: uma comparação entre Brasil e Portugal. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 4, 169-180, out./dez. 2010.
- GERGES, S. N. Y. **Ruído**: fundamentos e controle. 2. ed. Florianópolis: LVA, 2000.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 10140-2**: acoustics: laboratory measurement of sound insulation of building elements: part 2: measurement of airborne sound insulation. Geneve, 2010.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 12354-1**: building acoustics: estimation of acoustic performance of building from the performance of elements: part 1: airborne sound insulation between rooms. Geneve, 2017.
- MARTINS, J. T. P. **Acústica de edifícios**: validação experimental do cálculo de transmissões marginais a sons aéreos em edifícios. Porto, 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) – Universidade do Porto, Porto, 2008.
- SILVA, O. J. J.; REGO, J. J. S.; PINHEIRO, M. A. S. Desempenho acústico de divisórias verticais em blocos de gesso: uma avaliação a partir de medições de campo e em laboratório. **Parc**, v. 5, n. 2, p. 15-21, 2014.
- SILVA, O. J. J.; REGO, J. J. S.; PINHEIRO, M. A. S. Isolamento sonora de elementos pré-moldados de gesso. In: ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA, 28., Porto Alegre, 2018. **Anais [...]** Porto Alegre, 2018.
- XU, L. *et al.* The cell growth-induced orientation of mica in lightweight flexible poly (vinyl chloride) foams and its enhancement on sound insulation. **Composites Science and Technology**, v. 145, p. 78-88, 2017.
- ZHAO, C. *et al.* Reducing railway noise with porous sound-absorbing concrete slabs. **Advances in Materials Science and Engineering**, v. 2014, p. 01-11, 2014.

## Agradecimentos

Os autores agradecem ao laboratório de Ambiente Construído do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de Pernambuco (ITEP) e à Universidade Federal de Pernambuco (UFPE) pelo apoio no fornecimentos de materiais e equipamentos.

### Otávio Joaquim da Silva Júnior

Conceitualização, Análise de dados, Pesquisa, Metodologia, Validação dos dados e experimentos, Design da apresentação de dados, Redação do manuscrito original, Redação - revisão e edição.

Departamento de Engenharia Civil | Universidade Federal de Pernambuco | Av. Prof. Moraes Rego, 1235, Cidade Universitária | Recife - PE - Brasil | CEP 50670-901 | Tel.: (81) 99798-3461 | E-mail: otaviojsjunior@gmail.com

### Tiago Ancelmo de Carvalho Pires de Oliveira

Curadoria de dados, Administração do projeto, Supervisão, Validação dos dados e experimentos.

Departamento de Engenharia Civil | Universidade Federal de Pernambuco | Tel.: (81) 99971-3444 | E-mail: tiago.poliveira@ufpe.br

### José Jeferson do Rego Silva

Curadoria de dados, Administração do projeto, Supervisão, Validação dos dados e experimentos.

Departamento de Engenharia Civil | Universidade Federal de Pernambuco | Tel.: (81) 98896-4649 | E-mail: jjregosilva@gmail.com

Editor do artigo: **Marcelo Henrique Farias de Medeiros**

### *Ambiente Construído*

Revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído

Av. Osvaldo Aranha, 99 - 3º andar, Centro

Porto Alegre - RS - Brasil

CEP 90035-190

Telefone: +55 (51) 3308-4084

[www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido](http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido)

[www.scielo.br/ac](http://www.scielo.br/ac)

E-mail: [ambienteconstruido@ufrgs.br](mailto:ambienteconstruido@ufrgs.br)



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License.