



VII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

A inovação e o desafio do projeto na sociedade: A qualidade como alvo

Londrina, 17 a 19 de Novembro de 2021

DESEMPENHO ACÚSTICO EM UM SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL COMPOSTO DE ALVENARIA E DRYWALL¹

ACOUSTIC PERFORMANCE IN A COMPOSITE MASONRY AND DRYWALL VERTICAL SEALING SYSTEM

FREITAS, Marcelo S. (1); CÉSAR, Cristina G. (2); OLIVEIRA, Raquel D. (3)

(1) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, sant.marcelo@hotmail.com

(2) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, cristinagc@cefetmg.br

(3) Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, raqueldiniz@cefetmg.br

RESUMO

O desempenho acústico em edificações habitacionais no Brasil pode ser avaliado de acordo com os critérios contidos na ABNT NBR 15575 (2013). Assim, o isolamento ao ruído aéreo de sistemas de vedações verticais internas e externas pode ser medido em campo sendo os resultados expressos pelo parâmetro denominado Diferença Padronizada de Nível ponderada ($D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$). Este deve atender aos valores mínimos estabelecidos pela norma a fim de proporcionar condições mínimas de desempenho acústico visando atender as exigências dos usuários. Neste trabalho avaliou-se o desempenho acústico em um sistema de vedação vertical composto por paredes de alvenaria com blocos cerâmicos acrescidos de paredes de drywall. Foram realizadas medições acústicas conforme normas ISO 16283-1 (2014), cujos resultados indicam o isolamento sonoro ao ruído aéreo, em decibels, entre o ambiente emissor, no qual foi disposto uma fonte sonora omnidirecional, e os ambientes receptores. Desta forma, apresentou-se a Diferença Padronizada de Nível ponderada para o conjunto de elementos de vedação vertical investigados. Os resultados obtidos demonstram a eficácia da utilização de paredes de drywall aplicadas a um sistema de vedação vertical de alvenaria com a finalidade de proporcionar isolamento acústico ao ambiente.

Palavras-chave: Desempenho acústico. Drywall. Estúdio de gravação. Isolamento acústico. Sistema de vedação vertical.

ABSTRACT

Acoustic performance of residential buildings in Brazil can be evaluated according to ABNT NBR 15575 (2013). Thus, airborne noise insulation of internal and external wall systems can be measured in the field and their results expressed by the Weighted Standardized Level Difference ($D_{nT,w}$ and $D_{2m,nT,w}$). The values to this parameter must meet the minimum values established by the standard in order to provide minimum conditions of acoustic performance to meet the requirements of the users. In this paper, the acoustic performance was evaluated

¹FREITAS, Marcelo S.; CÉSAR, Cristina G; OLIVEIRA, Raquel D. Desempenho acústico em um sistema de vedação vertical composto de alvenaria e drywall. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO, 7., 2021, Londrina. **Ancis...** Londrina: PPU/UEL/UEM, 2021. p. 1-10. DOI <https://doi.org/10.29327/sbqp2021.438006>

in a wall system composed of masonry walls with ceramic blocks plus drywall. Acoustic measurements were performed according to ISO 16283-1 (2014) standard, whose results indicate the sound insulation to airborne noise, in decibels, between the source room, in which an omnidirectional sound source was placed and the receiving room. The weighted Standardized Level Difference was presented for the set of vertical closure elements investigated. The results obtained demonstrate the effectiveness of using drywall walls applied to a masonry wall system in order to provide acoustic insulation to the environment.

Keywords: Acoustic performance. Drywall. Recording studio. Soundproofing. Wall systems.

1 INTRODUÇÃO

O desempenho acústico de sistemas de vedação é um dos objetos de normalização da ABNT NBR 15575 (2013), norma que estabelece requisitos, critérios e métodos para avaliação do desempenho dos sistemas componentes das edificações habitacionais, abrangendo ao “conjunto de requisitos e critérios estabelecidos para uma edificação habitacional e seus sistemas, com base em exigências do usuário, independentemente da sua forma ou dos materiais constituintes”. Os critérios estabelecidos na norma dizem respeito à segurança, habitabilidade e sustentabilidade das edificações habitacionais, os quais podem ser verificados de maneira objetiva por meio de métodos quantitativos (ABNT, 2013; KLIPPEL FILHO *et al.*, 2018).

O conforto acústico em uma edificação é proporcionado principalmente pelas características de isolamento acústico dos materiais utilizados (RIBEIRO *et al.*, 2014). No Brasil, observa-se o uso preponderante de vedações verticais de alvenaria compostas por tijolos maciços ou blocos vazados cerâmicos ou de concreto, assentados com argamassa de cimento *Portland* e revestidos de argamassa e/ou gesso (LACERDA; GOMES, 2014).

Zenerato *et al.* (2019) aponta que no Brasil os sistemas de construção a seco tem se popularizado, dentre os quais, o *light steel frame* e *drywall*, atualmente são considerados alternativas aos sistemas construtivos convencionais, sendo estes constituídos basicamente de painéis compostos por perfis de aço, revestidos com chapas planas e preenchidos com material isolante. Além disso, segundo Losso e Viveiros (2004) o gesso acartonado tem ganhado espaço no mercado brasileiro da construção civil, sobretudo após a segunda metade da década de 1990. Por se tratar de um material industrializado, utilizado como elemento de vedação, este proporciona baixa geração de resíduos durante sua produção e montagem e também pode apresentar um bom desempenho no isolamento acústico quando utilizado de maneira correta.

Complementarmente, estudos demonstram que é possível aumentar o índice de redução sonora em sistemas de vedação multicamadas adicionando material com propriedades de absorção sonora, como a lã de vidro, a fim de obter melhor isolamento sonoro entre ambientes (RIBAS; SOUZA, 2016).

Ressalta-se que este campo de conhecimento apresenta baixo volume de produção científica no Brasil, principalmente no que diz respeito aos estudos voltados à concepção de estúdios para gravação e reprodução de áudio (MATTOS, 2015).

Deste modo, no presente trabalho, investigou-se o desempenho de isolamento ao ruído aéreo em sistemas de vedações verticais para diferentes métodos construtivos e a eficácia da adição de paredes de *drywall* como componentes de vedação no isolamento acústico em um estúdio de gravação e reprodução de áudio.

2 PARÂMETROS ACÚSTICOS DE VERIFICAÇÃO

Apesar dos requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15575 (2013) estarem voltados para a verificação do isolamento acústico entre unidades habitacionais, ou entre unidades habitacionais e áreas comuns, estes requisitos, bem como valores de medições obtidos na literatura, foram utilizados para efeito de comparação com o desempenho acústico obtido no ambiente objeto deste estudo.

A ABNT NBR 15575 (2013) adota os parâmetros listados no Quadro 1 para a verificação do desempenho acústico de sistemas de vedações verticais internas e externas. Estes parâmetros são expressos em valores numéricos únicos que representam o isolamento acústico ao ruído aéreo, em decibels, em edificações e elementos de construção.

Quadro 1 - Parâmetros acústicos de verificação.

Símbolo	Descrição	Aplicação
R_w	Índice de Redução Sonora Ponderado	Componentes, em laboratório
$D_{nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada	Vedações verticais e horizontais internas, em edificações (paredes etc.)
$D_{2m,nT,w}$	Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 m de distância da fachada	Fachadas, em edificações Fachadas e coberturas em casas térreas e sobrados

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013.

Ressalta-se que parâmetros $D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$ tendem a expressar valores inferiores para o desempenho de isolamento acústico aos obtidos em laboratório, expressos pelo índice R_w , tendo em vista as variáveis de contorno e de execução dos sistemas (PIERRARD; AKKERMAN, 2017).

Para obtenção destes índices são realizadas medições de nível de pressão sonora nos ambientes emissor e receptor, segundo a norma ISO 16283-1 (2014), que trata da medição em campo do isolamento a ruído aéreo nas edificações e nos elementos de edificações e a norma ISO 16283-3 (2016) cujo objeto é a medição em campo do isolamento a ruído aéreo em fachadas. As medições são realizadas posicionando-se uma fonte sonora omnidirecional em um ambiente emissor e medindo-se o nível de pressão sonora, em bandas de frequências expressas em terços de oitava, no ambiente emissor (L1) e no ambiente receptor (L2).

De acordo com Penedo e Oiticica (2014) a diferença de nível (D), em decibels (dB) é dada pela equação (1) e as diferenças padronizadas de nível, (D_{nT}) e ($D_{Is,2m,nT}$), são obtidas pelas equações (2) e (3).

$$D=L1-L2 \quad (1)$$

$$D_{nT} = D + 10 \log (T/T_0) \quad (2)$$

$$D_{Is,2m,nT} = D_{Is,2m} + 10 \log (T/T_0) \quad (3)$$

Onde,

- D é a diferença de nível;
- $D_{Is,2m}$ é a diferença de nível a dois metros da fachada (o índice Is refere-se ao termo *loudspeaker* e indica o método de medição utilizado);

- T é o tempo de reverberação no recinto receptor;
- T₀ é o tempo de reverberação de referência (equivalente a 0,5 s para habitações).

Estas diferenças padronizadas de nível (D_{nT} e $D_{1s,2m,nT}$) são convertidas, de acordo com a ISO 717-1 (2020), em diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$). Plotando-se a curva medida para as diferenças padronizadas de nível (D_{nT} e $D_{1s,2m,nT}$) e a curva de referência estabelecida a ISO 717-1 (2020), obtém-se a diferença padronizada de nível ponderado ($D_{nT,w}$ e $D_{2m,nT,w}$) por meio da leitura em 500 Hz da curva de referência deslocada. O deslocamento da curva de referência é feito verticalmente de 1 em 1 dB, em direção a curva medida, até que a soma dos desvios desfavoráveis seja a maior possível, mas não superior a 32 dB (ISO, 2020).

2.1 Requisitos mínimos estabelecidos na ABNT NBR 15575 (2013)

Não há previsão na norma ABNT NBR 15575 (2013) para verificação de desempenho de elementos dentro da mesma unidade habitacional. Assim, o valor de $D_{nT,w}$ apresentado a seguir, foi escolhido como parâmetro de comparação pelo fato da atividade de reprodução de áudio em um *home theater* mais se assemelha à reprodução de áudio dentro do estúdio.

Quadro 2 – Valores mínimos da diferença padronizada de nível ponderada, $D_{nT,w}$, entre ambientes

Elemento	$D_{nT,w}$
Parede cega entre unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades de lazer e atividades esportivas, tais como <i>home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 45 dB

Fonte: Adaptado de ABNT, 2013.

2.2 Resultados de desempenho acústicos obtidos na literatura

Para efeito de comparação foram consolidados no Quadro 3, valores obtidos em pesquisa na literatura para os parâmetros acústicos de verificação investigados nesta pesquisa.

Quadro 3 – Resultados de desempenho acústico obtidos na literatura

Fonte	Tipo	R_w	$D_{2m,nT,w}$	$D_{nT,w}$
Klippel Filho <i>et al.</i> , (2018)	Paredes de alvenaria de blocos cerâmicos revestidos de argamassa (A1 e A2)	47		
Losso; Viveiros (2004)	Paredes com 2 chapas de gesso acartonado e lâ de vidro (Knauf)	44		
	Paredes com 2 chapas de gesso acartonado e lâ de vidro (Lafarge)	45		
	Paredes com 2 chapas de gesso acartonado e lâ de vidro (Placo)	43		
De Andrade <i>et al.</i> , (2018)	Paredes de alvenaria de blocos cerâmicos		22	38
	Paredes de alvenaria de blocos de concreto		24,5	40,5
	Paredes de alvenaria de tijolos cerâmicos		20,5	37
	Paredes de bloco de gesso			39

Fonte: O autor, 2021.

3 MÉTODO DE AVALIAÇÃO

O presente estudo se desenvolveu com caráter predominantemente exploratório, por meio da realização de um estudo de caso, cujo objetivo foi a avaliação do desempenho acústico em um ambiente já existente adaptado para funcionar como estúdio de gravação e reprodução de áudio.

As medições de som aéreo foram realizadas na data de 13 de janeiro de 2021, no período entre às 10 e 12h, seguindo as normas ISO 16283-1 (2014), para a medição em campo do isolamento ao ruído aéreo entre cômodos, sob responsabilidade técnica da empresa GRM Acústica.

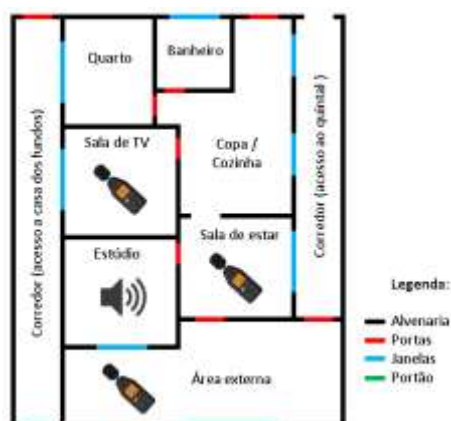
Os equipamentos, e *software* para tratamento dos dados, utilizados nas medições seguem listados a seguir.

- Sonômetro Bruel & Kjaer tipo 2270 (Classe 1);
- Calibrador de Nível Sonoro Bruel & Kjaer tipo 4231 (Classe 1);
- Fonte de som Omnipower Bruel & Kjaer tipo 4292-L;
- Amplificador de potência Bruel & Kjaer tipo 2716;
- Receiver wireless AGK modelo SR450;
- *Software* Bruel & Kjaer Qualifier Type 7830 versão 2.19.3.

Antes de iniciar as medições acústicas realizou-se o procedimento de calibração do microfone do Sonômetro Bruel & Kjaer tipo 2270 utilizando-se o Calibrador de Nível Sonoro Bruel & Kjaer tipo 4231. Ambos os instrumentos foram previamente calibrados em laboratório acreditado pela Coordenação Geral de Acreditação (CGCRE) do Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (Inmetro).

A Figura 1 ilustra a disposição dos cômodos da casa na qual o estúdio está instalado e indica a posição da fonte sonora omnidirecional e das adjacências nas quais foram realizadas as medições de nível sonoro.

Figura 1 – Representação dos cômodos nos quais foram realizadas as medições.



Fonte: O autor, 2021.

A fonte sonora omnidirecional foi posicionada no ambiente emissor com altura superior a 1,5 m, e acionada, emitindo sinal de ruído de banda larga, estável e com um espectro contínuo ao longo da gama de frequências. Nesta pesquisa utilizou-se o ruído rosa. Então, foram realizadas cinco medições do nível de pressão sonora

(L1), em posições fixas diferentes, obedecendo a distância entre o sonômetro e a fonte sonora de 1 m, entre o sonômetro e os limites do cômodo de 0,5 m e variando-se a posição do sonômetro em no mínimo 0,7 m (GOMES, 2018). Ainda segundo Gomes (2018) para o atendimento à norma ISO 16283-1 (2014), devem ser utilizadas pelo menos duas posições da fonte sonora, com distância mínima de 1,4 m. Desta maneira, variando-se a posição da fonte sonora no ambiente receptor foram realizadas outras cinco medições para o nível de pressão sonora (L1).

Transferiu-se o sonômetro para o ambiente receptor, e repetiu-se o mesmo procedimento, sendo realizadas cinco medições para o nível de pressão sonora (L2) para cada uma das duas posições da fonte sonora. O tempo de reverberação no ambiente receptor foi medido através da captação do ruído impulsivo emitido pela fonte omnidirecional. Para obtenção deste parâmetro foram tomadas três medidas variando-se a posição do sonômetro no ambiente receptor (PENEDO; OITICICA, 2014). Este procedimento foi adotado para os dois conjuntos de medições realizadas, apresentadas na seção '4 RESULTADOS'.

3.1 Caracterização do Objeto de Estudo

O objeto deste estudo foi um cômodo em uma casa térrea, localizada na região nordeste, do município de Belo Horizonte, adaptado para funcionar como estúdio de gravação e reprodução de áudio. O imóvel está situado em uma rua que apresenta baixa movimentação de veículos e é cercado por outras unidades habitacionais.

Destaca-se que o imóvel em questão é ocupado tanto com destinação habitacional, quanto para o exercício das atividades de gravação e reprodução de áudio.

Este cômodo possui geometria retangular, medindo 3,27 m por 3,83 m, totalizando 12,52 m² de área, e pé direito de 2,95 m. Possui também, uma porta de madeira com espessura de 3 cm, largura de 70 cm e 2,10 m de altura e uma janela com 1,50 m de largura e 1,40 de altura. Esta janela compõe a fachada da edificação e foi vedada com a construção das paredes de *drywall*.

Revestiu-se as paredes de alvenaria com blocos cerâmicos existente com paredes de *drywall*, utilizando-se um total de 35,13 m² em placas de gesso acartonado, aplicando-se as chapas somente na face externa das paredes de *drywall* e em uma única camada. Para a construção das paredes de *drywall* sobre a alvenaria existente, foram utilizados perfis de aço galvanizado com largura 70 mm e espessura de 0,50 mm, aplicando-se a fita banda acústica na face dos perfis guia em contato com o piso e teto. Utilizou-se as placas de gesso acartonado Gypsum Standard (ST), fabricadas com espessura de 12,50 mm, largura de 1,20 m, comprimento de 2,40 m e peso declarado pelo fabricante de 8,50 Kg/m².

As paredes de *drywall* foram preenchidas com a lã de vidro Wallfelt TOPfelt4+ (WF4), fabricada pela Isover, fornecida em rolos com 15 m², nas dimensões seguintes dimensões: largura de 1,20 m, comprimento de 12,50 m e espessura de 50 mm.

O Quadro 4 consolida as informações pertinentes aos materiais supracitados utilizados na execução das paredes de *drywall*.

Quadro 4 – Lista de Materiais

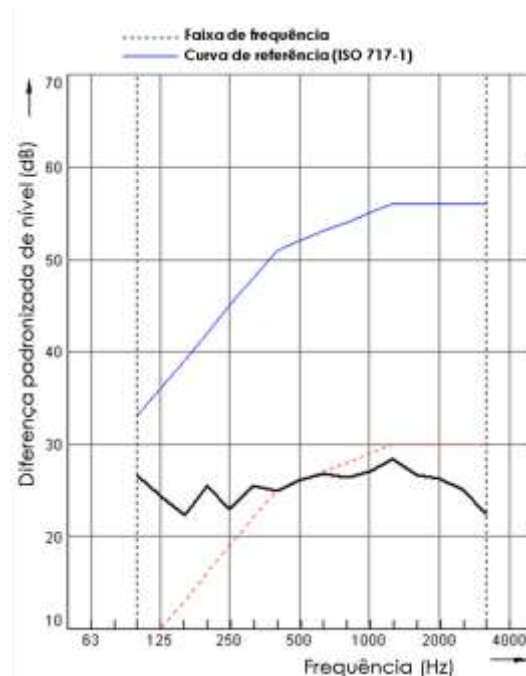
Material	Especificação	Quantidade	Unidade
Guia de aço galvanizado	70 x 0,50 mm	9	pç c/ 3 metros
Montante de aço galvanizado	70 x 0,50 mm	26	pç c/ 3 metros
Fita banda acústica	70 x 3 mm	1	rolo c/ 10 metros
Lã de vidro	1,20 x 12,50m x 50 mm c/ 15m ²	3	rolo
Placa de gesso ST	1,20 x 2,40 x 12,5 mm	13	pç

Fonte: O autor, 2021.

4 RESULTADOS

O resultado apresentado na Figura 2 indica a diferença padronizada de nível ponderada obtida entre o cômodo adaptado para funcionar como estúdio de gravação e reprodução de áudio e a sala de estar (cômodo adjacente). Ressalta-se que a parede que divide estes cômodos possui uma porta que dá acesso ao estúdio. Observa-se que os valores obtidos para as Diferenças padronizadas de nível (D_{nt}) apresentam valores aproximados ao longo do espectro de frequência de 100 hz a 3150 hz, sendo os menores valores encontrados nas frequências de 160 hz e 250 hz, correspondentes à 22,3 e 22,9 dB, respectivamente. O valor obtido para a Diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nt,w}$) foi de 26 dB.

Figura 2 - Resultados das medições (sala de estar).



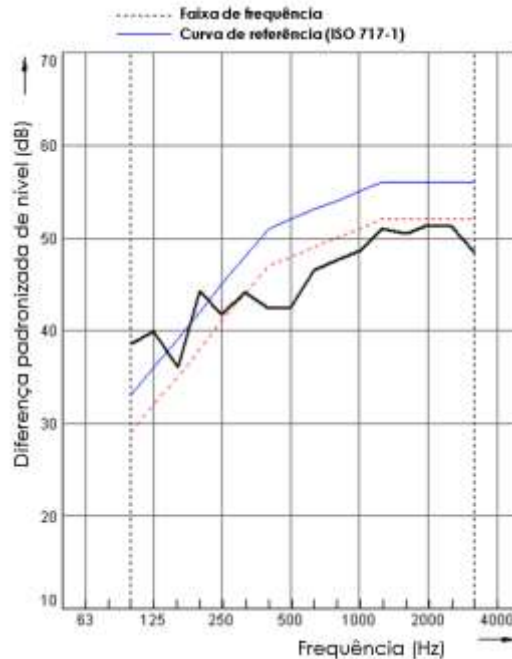
D_{nt} (dB)	26,7	24,4	22,3	25,5	22,9	25,4	24,9	26,1	26,8	26,4	27,0	28,4	26,7	26,2	25,0	22,4
Frequência (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150

Fonte: O autor, 2021.

O segundo resultado, apresentado na Figura 3, indica a diferença padronizada de

nível ponderado, obtida entre o estúdio e a sala de TV. Estes cômodos fazem divisa por uma parede cega, sem esquadrias. O valor obtido para a Diferença padronizada de nível ponderada ($D_{nt,w}$) corresponde à 48 dB, e ainda, constata-se através da observação das Diferenças padronizadas de nível (D_{nt}) que de modo geral houve melhor desempenho no isolamento ao ruído aéreo para as frequências acima de 500 Hz.

Figura 3 - Resultados das medições (sala de TV).



D_{nt} (dB)	38,5	39,9	36,0	44,2	41,7	44,1	42,4	42,5	46,5	47,7	48,6	50,9	50,5	51,4	51,2	48,5
Frequência (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150

Fonte: O autor, 2021.

5 DISCUSSÕES

Para a primeira medição ($D_{nt,w}=26$ dB), que indicia o nível de isolamento sonoro proporcionado entre o cômodo utilizado como estúdio e a sala de estar, não existe requisito na ABNT NBR 15575 (2013) que indique o desempenho mínimo para esta configuração de parede uma vez que esta apresenta esquadria. Os requisitos estabelecidos na norma dizem respeito a paredes cegas que dividem ambientes entre unidades habitacionais. De toda forma, é possível observar a queda do valor do $D_{nt,w}$, quando comparado aos demais resultados apresentados neste trabalho, em razão da existência de uma porta. Este fato revela um possível ponto de fragilidade no isolamento acústico do ambiente a ser tratado futuramente. Para efeito de comparação, o estudo realizado por Scherer *et al.* (2019) apresentou valores de $D_{nt,w}$ equivalentes a 25 e 28 dB para o isolamento acústico entre unidades habitacionais e o hall de entrada, configuração esta que se assemelha às condições de medições apresentadas neste subtópico.

Para a segunda medição ($D_{nt,w}=48$ dB), que indica o nível de isolamento sonoro obtido entre o cômodo utilizado como estúdio e a sala de TV, o valor obtido supera

o valor mínimo (≥ 45 dB) indicado na norma ABNT NBR 15575 (2013), apresentado no Quadro 2. Ainda, o resultado obtido é superior aos resultados obtidos na literatura apresentados na seção '2.2 Resultados de desempenho acústicos obtidos na literatura', consolidados no Quadro 3, indicando o sistema de vedação vertical composto de alvenaria e drywall que a vedação da janela existente no cômodo atingiu um desempenho satisfatório do isolamento ao ruído aéreo.

6 CONCLUSÕES

Neste estudo avaliou-se o desempenho acústico obtido em um cômodo adaptado para funcionar como estúdio de gravação e reprodução de áudio, onde, buscou-se, por meio de uma intervenção construtiva utilizando-se a adição de paredes de *drywall*, acrescer o nível de redução sonora das paredes existentes, bem como a vedação da janela existente no cômodo, uma vez que a existência desta abertura representava uma queda na eficiência de isolamento sonoro no ambiente. Concluiu-se, portanto, que estudos de campo podem contribuir para o diagnóstico e aprimoramento do isolamento acústico de ambientes.

Demonstrou-se, através dos resultados apresentados, a eficácia da utilização de paredes de *drywall* aplicadas a um sistema de vedação vertical de alvenaria com blocos cerâmicos com a finalidade de proporcionar isolamento acústico ao ambiente. Os resultados obtidos foram considerados satisfatórios, comparando-se os valores medidos em campo com outros resultados obtidos na literatura, e também com os requisitos estabelecidos na ABNT NBR 15575 (2013), destacando-se aqui o fato da norma tratar apenas da verificação do isolamento acústico entre unidades habitacionais autônomas e entre dependências de uma unidade habitacional e áreas comuns. Desta forma, considera-se que a ampliação do escopo da norma seria oportuna a fim de abarcar os cenários não previstos em sua versão atual.

No tocante aos resultados obtidos neste trabalho destaca-se a necessidade de futura investigação quanto às oportunidades de melhoria do isolamento sonoro da porta existente no cômodo utilizado como estúdio, tendo em vista que este componente foi mantido sem alterações.

AGRADECIMENTOS

Ao Engenheiro MSc. Marco Aurélio Rodrigues de Paula pelo apoio recebido durante o desenvolvimento desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

DE ANDRADE, Fábila Kamilly Gomes; LORDSLEEM JUNIOR, Alberto Casado; SOUZA, Pedro Henrique Rosa; VERÍSSIMO, José Victor Pereira dos Santos. Contribuição do componente e da espessura no desempenho acústico de vedações verticais. **PARC** - Pesquisa em Arquitetura e Construção, v. 9, n. 2, p. 97-108, 2018.

GOMES, Antonio Francisco Nunes. **Isolamento Acústico de Fachadas pela NP EN ISO 16283-3**: 2017: Análise da Influência de Desvios à Norma. Tese de Doutorado. Universidade de Coimbra, 2018.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 16283-1: Acoustics — Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements — Part 1: Airborne sound insulation**. 1 ed. Switzerland, 2014. 43 p.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 717-1: Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of buildings elements – Airborne sound insulation**. 4 ed. Switzerland, 2020. 26 p.

KLIPPEL FILHO, Sérgio; PRAGER, Gustavo Luis; DA SILVA, Paulo Eduardo Mezzomo; BOLINA, Fabrício Longhi; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. Comparative study of fire resistance and acoustic performance of ceramic brick walls in concern to NBR 15575 in residential buildings in Brazil. **DYNA**, v. 85, n. 204, p. 53–58, 1 jan. 2018.

LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos; GOMES, Jefferson de Oliveira . Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838**, v. 7, n. 2, p. 167-186, 2014.

LOSSO, Marco; VIVEIROS, Elvira. Gesso acartonado e isolamento acústico: teoria versus prática no Brasil. In: I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável e X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, São Paulo, 2004. **Anais...** São Paulo: ENTAC, 2004.

MATTOS, Tiago Ferreira. **Avaliação acústica de salas de controle em estúdios projetados para monitoração de áudio multicanal**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, 2015.

PENEDO, Rafaella Cristina Teixeira; OITICICA, Maria Lúcia Gondim da Rosa. Isolamento sonoro aéreo de partições verticais de um apartamento em Maceió-AL Brasil. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, v. 5, n. 2, p. 7-14, 2014.

PIERRARD, Juan Frias; AKKERMAN, Davi. **Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho** - Guia prático sobre cada uma das partes relacionadas à área de acústica nas edificações da Norma ABNT NBR 15575:2013 Edificações habitacionais - Desempenho. Associação Brasileira para a Qualidade Acústica, São Paulo, 2017.

RIBAS, Rovadávía Aline de Jesus; SOUZA, Henor Artur. Influence of the type of fastening of multi-layered closing panels on the estimate of the sound transmission loss. **REM - International Engineering Journal**, Ouro Preto, v. 69, n. 4, p. 425-433, Dec. 2016.

RIBEIRO, Willian. B.; RIZZO, Marcos Vinicuis; BORTOLUZ, N.; ZENI, Mara; NUNES, Maria Fernanda Oliveira; GRISA, Ana. M. C. Characterization of polyurethan skin agglomerates for acoustic insulation from impact noise. **Materials Research**, v. 17, p. 210-215, 2014.

SCHERER, Claudio Trindade; OLIVEIRA, Maria Fernanda de; MEDEIROS, Daniel Reis; TUTIKIAN, Bernardo Fonseca. Desempenho acústico de conjuntos de portas e paredes separadas pelo hall de entrada. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 19, n. 3, p. 165-181, Sept. 2019.

ZENERATO, Thais Sacomani; MARTINS, Juliana Furtado Arrobas; BERTOLI, Stelamaris Rolla; GOMES, Carlos Eduardo Marmorato; FONTANINI, Patrícia Stella Pucharelli. Análise Acústica de Fachadas de Light Steel Frame e Placas Cimentícias. **Matéria**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 2, 2019.