XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Desempenho acústico de paredes de alvenarias de blocos de concreto utilizadas entre unidades adjacentes

Acoustic performance of concrete block masonry used between dwellings

Luciana Alves de Oliveira

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT | São Paulo| Brasil | luciana@ipt.br

Denis Emanoel de Sousa

Mestrado profissional em habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT| São Paulo | Brasil | denis.emanoel.sousa@gmail.com

Leonardo Macedo Esteves

Mestrado profissional em habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT| São Paulo | Brasil|leomacedoesteves@gmail.com

Patrícia Curisalle

Mestrado profissional em habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT| São Paulo| Brasil|patriciacurisalle@gmail.com

Ricardo da Silva

Mestrado profissional em habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT| São Paulo | Brasil|ricardo@sigmaster.com.br

Rodrigo Andrade dos Santos

Mestrado profissional em habitação do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT| São Paulo | Brasil |sarodrigoandrade@gmail.com

Resumo

A exigência de isolação ao som aéreo entre unidades autônomas, quando um dos cômodos é dormitório, é um tema de discussão freqüente, visto a dificuldade no atendimento ao critério estabelecido na norma brasileira de desempenho de edificações. Nesse sentido, este artigo

Como citar:

OLIVEIRA, L. A. et al. Desempenho acústico de alvenarias de blocos de concreto utilizadas em paredes de geminação. ENTAC2022. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

objetiva mostrar os valores de isolamento a ruído aéreo entre ambientes adjacentes promovido por quatro tipos de paredes de alvenaria, duas estruturais e duas de vedação. O artigo foi elaborado com base na análise dos resultados de ensaios de isolação sonora feitos em campo, na análise de projetos e em visitas técnicas no local. Os resultados apresentados mostram que as paredes de alvenarias de blocos de concreto têm potencial de promover isolamento a ruído aéreo entre unidades quando um dos cômodos é dormitório, sendo necessários cuidados de execução e controle.

Palavras-chave: Desempenho acústico. Vedação vertical. Parede de geminação. Alvenaria. Bloco de concreto.

Abstract

The requirement of airborne sound insulation between dwellings when one of the rooms is a bedroom is frequently discussed due to the difficulty of meeting the Brazilian performance standard criteria. In this context, this article shows the sound insulation values promoted by four types of concrete block masonry walls used between dwellings (twining walls). For that, insulation tests in the field, design analyses and technical visits on site were carried out. The results show that with execution care and quality control, concrete block masonry can promote the airborne sound insulation required between dwellings when one of the rooms is a bedroom.

Keywords: Acoustic performance. Wall. Twinning wall. Masonry. Concrete block.

INTRODUÇÃO

A falta de qualidade de muitas das moradias construídas nesses últimos 20 anos é resultado de falhas de projeto, execução ou falta de manutenção adequada e acarreta, muitas vezes, a perda da habitabilidade e/ou segurança daquela edificação e, consequentemente, a redução do seu período de vida útil[1] [1]. O comprometimento de qualquer requisito de desempenho também se reflete na durabilidade; por exemplo, falhas estruturais que afetem a estabilidade ou integridade de um sistema de vedação vertical, afetam também a sua durabilidade. A falta de estanqueidade à água ou de isolação sonora de uma parede de fachada também afetam a durabilidade dessa fachada, pois esta passa a não exercer mais suas funções, sendo necessária a previsão de reparos.

Assim, os requisitos que influenciam nos níveis de habitabilidade de uma edificação, como os requisitos relacionados ao desempenho acústico, também são essenciais para atendimento à vida útil daquela edificação [2][3]. Atualmente, as exigências e demandas por isolamento acústico têm sido cada vez maiores, principalmente no período da pandemia do Covid 19, no qual as famílias permaneceram por um maior período em suas habitações que passaram a ter função de escritório [4].

Segundo Andrade et al. [5], a exposição de longo prazo ao ruído pode causar a perda de audição e ainda aumentar o risco de doenças como depressão e hipertensão. Adiciona-se também o fator da perda de privacidade ao ouvir barulhos da vizinhança. Por isso, problemas provenientes da falta de isolamento acústico afetam a habitabilidade da edificação e podem afetar a saúde de seus usuários.

[1] Vida útil é o critério que mensura durabilidade e desempenho ao longo do tempo.

A ABNT NBR 15575-4 [6] estabelece níveis mínimos, intermediários e superiores de desempenho ao isolamento do ruído de impactos aplicados às lajes de piso e ao som aéreo dos pisos, paredes e do envelope da construção – fachadas e cobertura. Exige também o isolamento a ruído aéreo entre unidades adjacentes e entre áreas privativas e áreas comuns nas edificações multifamiliares [7]. A exigência de isolação ao som aéreo entre unidades autônomas, quando um dos cômodos é dormitório, é um tema de discussão freqüente, visto a dificuldade no atendimento a este critério.

O atendimento a qualquer requisito de desempenho, inclusive aos requisitos relativos ao desempenho acústico, depende da qualidade do projeto e da execução. No caso do projeto, as escolhas e especificações das tecnologias construtivas precisam ser feitas considerando as exigências de desempenho acústico e a previsão de detalhes construtivos adequados para cada situação, como, por exemplo, no caso de paredes de geminação, o posicionamento de caixinhas de elétrica desencontradas. Quanto à qualidade de execução, tem-se que a conformidade do projeto e o controle da qualidade dos materiais e serviços são essenciais para a garantia de desempenho, principalmente quando se trata de desempenho acústico, pois qualquer fresta ou diminuição de espessura da parede prejudica a acústica.

Na fase de projeto, uma das maiores dificuldades é a busca de informações de desempenho a respeito das alternativas tecnológicas possíveis para cada aplicação e condições de exposição. Assim, este artigo objetiva mostrar o desempenho acústico (isolamento sonoro) promovido por quatro tipos de paredes de alvenaria, duas estruturais e duas de vedação, utilizadas para dividir duas unidades habitacionais adjacentes (paredes de geminação). O artigo foi elaborado com base na análise dos resultados de ensaios de isolação sonora promovidos pelas paredes entre ambientes adjacentes, na análise de projetos e em visitas técnicas no local.

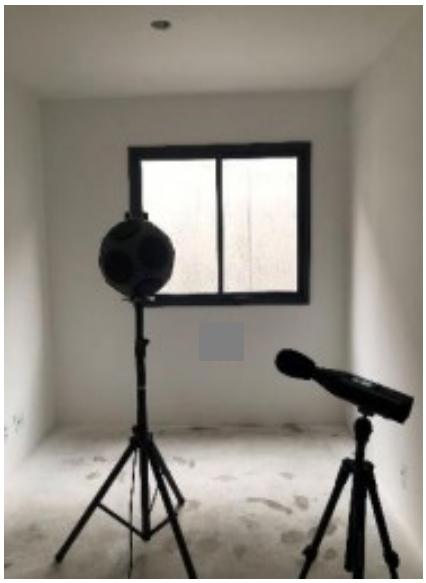
MÉTODO DE PESQUISA

O presente artigo foi elaborado considerando visitas às edificações, onde os ensaios foram realizados, análise dos respectivos projetos de arquitetura e memoriais descritivos e análise de relatórios de ensaios, os quais foram cedidos pelas construtoras responsáveis de cada uma das edificações. As construtoras precisavam verificar o isolamento sonoro entre recintos de apartamentos adjacentes, por isso contrataram a realização dos ensaios em campo. Os autores deste artigo tiveram acesso e puderam acompanhar a realização desses ensaios, porque integram o corpo técnico dessas construtoras.

Os ensaios para verificação da isolação sonora das paredes de geminação foram realizados por empresa terceira. Para realização dos ensaios foi adotado o método descrito na ABNT NBR ISO 16283-1 – Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações - Parte 1: Isolamento a ruído aéreo [8]. A

metodologia de medição especificada nessa norma [8] está baseada na emissão de ruído em um dos recintos, mediante uma fonte sonora onidirecional, e medição dos níveis de pressão sonora em bandas de freqüência neste recinto (emissor) e no recinto próximo (receptor). A diferença entre ambos os níveis, com uma correção segundo as condições acústicas do recinto receptor (obtidas pela medição do tempo de reverberação), proporciona a Diferença de nível padronizada (DnT). Os valores de DnT por banda de freqüência são convertidos em um número único por meio da ABNT NBR ISO 717-1 [9] obtendo-se a Diferença de nível padronizada ponderada (DnT,w), que é o valor comparável com os níveis de desempenho exigidos na ABNT NBR 15575-4 [6]. Nos ambientes emissores, é colocada uma fonte sonora dodecaédrica e nos dois ambientes é feita a medição dos níveis de pressão sonora, utilizando um sonômetro em pontos variados de acordo com o descrito no procedimento normativo. Para cada posição da fonte, os níveis de pressão sonora foram registrados em bandas de terço de oitava, de 100Hz a 3.150 Hz. Para cada freqüência existem comportamentos diferentes da transmissão sonora, por isso, os ensaios consideram freqüências baixas e altas [10]. Durante o ensaio, todas as portas e janelas dos ambientes receptores e emissores permaneceram fechadas para não interferir no resultado. A figura 1 ilustra o posicionamento dos equipamentos para a realização do ensaio, em ambiente emissor e receptor.

Figura 1: Equipamentos posicionados para ensaio da parede em ambiente emissor e receptor



a) *Ambiente emissor com a fonte sonora e o sonômetro*



b) *Ambiente receptor com o sonômetro em posição de medição*

Fonte: autores.

É importante observar que os ensaios foram realizados para avaliar o isolamento sonoro entre ambientes promovido por paredes de geminação de quatro edificações habitacionais distintas, de dois empreendimentos diferentes. As paredes são constituídas por blocos vazados de concreto com furos dispostos verticalmente, assentados com argamassa industrializada, com as juntas horizontais (sentido longitudinal e transversal) e verticais preenchidas.

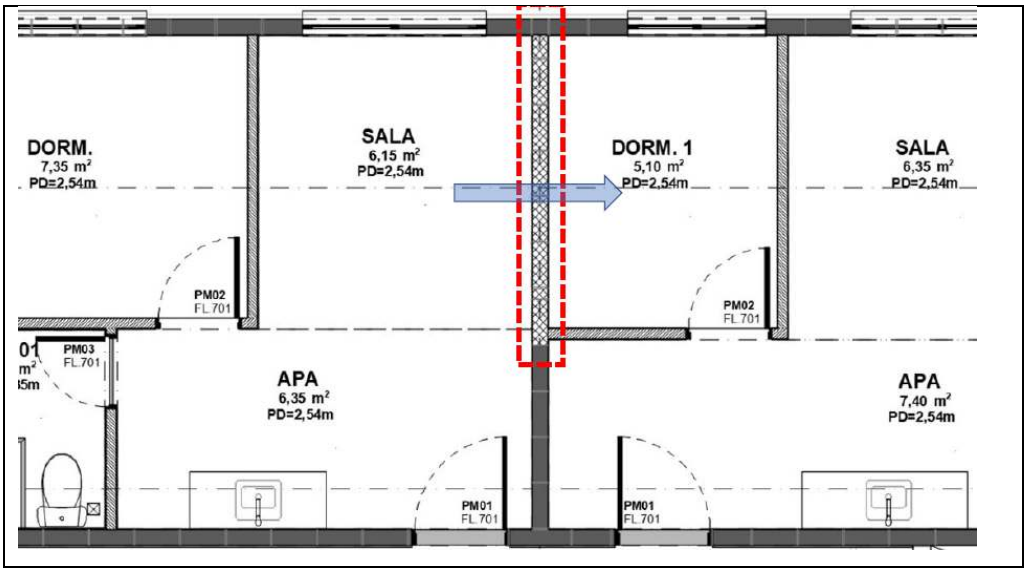
No empreendimento A, as duas edificações foram construídas em alvenaria estrutural de blocos de concreto, sendo que o projeto de arquitetura de ambas é similar, inclusive com relação à área e ao volume dos ambientes emissores e receptores e à quantidade de interruptores e tomadas nas paredes. Entretanto, na edificação 1, a parede de geminação é constituída de blocos de concreto com densidade superficial em torno de 164kg/m^2,preenchidos com vermiculita expandida, e na edificação 2 a parede foi construída com blocos de concreto com densidade superficial em torno de 186 kg/m^2.

A figura 2 mostra o esquema típico da planta desses apartamentos e indica a parede de geminação que promove o isolamento entre os dois ambientes adjacentes. No caso específico, a sala foi o recinto emissor e o dormitório o receptor.

No empreendimento B, as outras duas edificações são compostas de pilares e vigas de concreto e paredes de vedação em alvenaria de blocos concreto, sendo seus projetos de arquitetura similares. Na edificação 3 a parede de geminação foi construída com bloco de concreto com densidade superficial em torno 230kg/m^2e, na edificação 4 a parede é composta de blocos de concreto com densidade superficial em torno de 153kg/m^2.

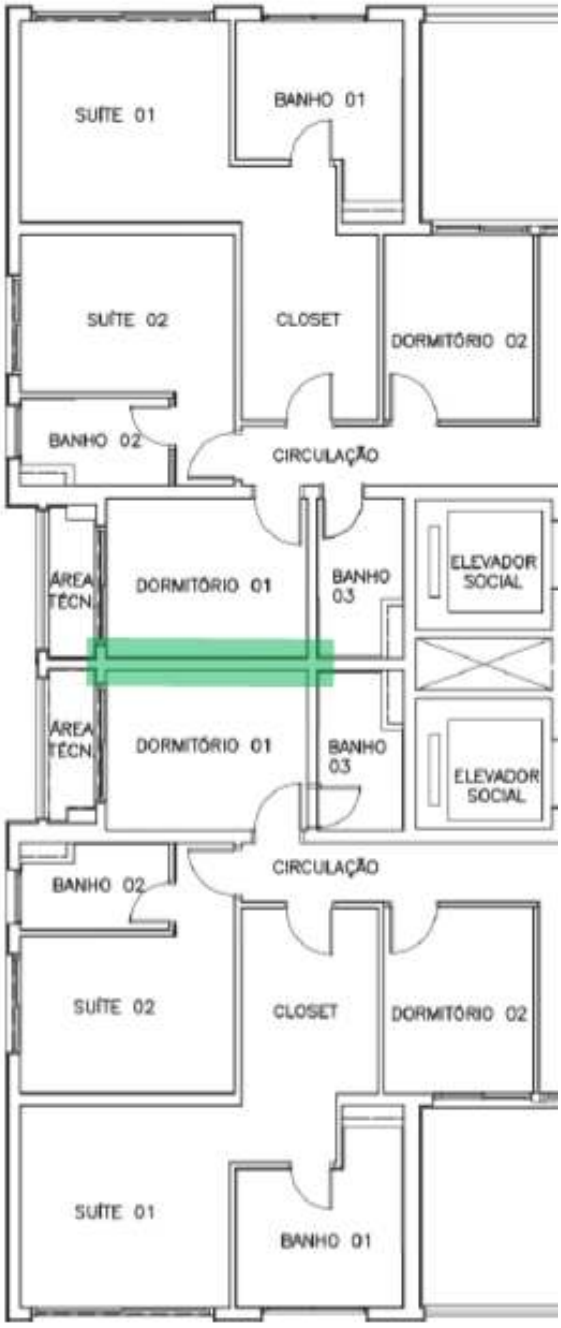
A figura 3 mostra o esquema típico da planta dos apartamentos com alvenaria de vedação. Neste caso, o dormitório de uma unidade foi o recinto emissor e o dormitório da outra unidade o receptor.

Figura 2: Esquema típico da planta dos apartamentos das edificações 1 e 2 construídos com alvenaria estrutural de blocos de concreto (Empreendimento A) – parede marcada mostra onde os ensaios foram realizados



Fonte: autores.

Figura 3: Esquema típico da planta dos apartamentos das edificações 3 e 4 construídos com alvenaria de vedação de blocos de concreto (Empreendimento B) – parede pintada representa onde os ensaios foram realizados



Fonte: autores.

Os quatro tipos de paredes em alvenaria são detalhados nos quadros 1 e 2. É importante observar que os recintos adjacentes da edificação 3 (edificação do Empreendimento B) foram ensaiados duas vezes para verificação da eventual diferença de resultados promovido pelas paredes com as caixinhas elétricas alinhadas e com as caixinhas desencontradas.

Quadro 1: Descrição das paredes de geminação entre unidades autônomas

Edificação		Tecnologia de vedação vertical utilizada	Detalhes construtivos específicos
Empreendimento A– alvenaria estrutural	1	Alvenaria estrutural de blocos de concreto preenchidos com vermiculita expandida, e revestimento de gesso com espessura de 5mm de cada lado da parede. Os blocos de concreto utilizados têm dimensões 14x19x39cm, peso do bloco unitário é igual a 12,2kg ou **164kg/m²**, e resistência à compressão de 12MPa.	Juntas horizontais e verticais entre blocos totalmente preenchidas Caixinhas de elétrica desencontradas Células dos blocos preenchidas com vermiculita expandida solta
	2	Alvenaria estrutural de blocos de concreto com revestimento de gesso com espessura de 5mm de cada lado da parede. Os blocos de concreto têm dimensões 14x19x39cm, peso do bloco unitário é igual a 13,8 kg ou **186kg/m²**, e resistência à compressão de 18 MPa.	Os blocos de com peso de **186kg/m²**são de cor rosa, para facilitar a sua identificação e separação durante a etapa de obra. Juntas horizontais e verticais entre blocos totalmente preenchidas Caixinhas de elétrica desencontradas
Empreendimento B– alvenaria de vedação	3a	Alvenaria de vedação de blocos de concreto com revestimento em gesso liso com espessura de 10 mm de cada lado da parede. Os blocos de têm dimensões de 19 x 19cm x39cm, peso do bloco unitário de 17kg ou **230kg/m²**e resistência de 5,0 MPa.	Juntas horizontais e verticais entre blocos parcialmente preenchidas (falhas no preenchimento) Caixinhas de elétrica alinhadas (fundo com fundo), resultando em pequena espessura de parede nessa região
	3b	Alvenaria de vedação de blocos de concreto com revestimento em gesso liso com espessura de 10 mm de cada lado da parede. Os blocos de têm dimensões de 19 x 19cm x39cm, peso do bloco unitário de 17kg ou **230kg/m²**e resistência de 5,0 MPa.	Juntas horizontais e verticais entre blocos totalmente preenchidas Caixinhas de elétrica desencontradas
	4	Alvenaria de vedaçãode blocos de concreto com revestimento de argamassa com espessura de 20 mm de cada lado da parede. Os blocos têm dimensões de 19 x 19cm x39cm, peso do bloco unitário de 11,4kg ou **153kg/m²**, e resistência de 4,0MPa.	Juntas horizontais e verticais entre blocos totalmente preenchidas Caixinhas de elétrica desencontradas

Quadro 2: Características dos componentes e da parede, em termos de densidade superficial e resistência a compressão

	Edificação 1		Edificação 2		Edificação 3		Edificação 4	
Características	Alvenaria estrutural de bloco de concreto-		Alvenaria estrutural de bloco de concreto com maior densidade ("bloco acústico")		Alvenaria de vedação de bloco de concreto com maior densidade ("bloco acústico)		Alvenaria de vedação de bloco de concreto	
	concreto	Revesti-mento	acústico	Revesti-mento	acústico	Revesti-mento	concreto	Revesti-mento
Blocos/revestimento	14cm x 19cm x 39cm	gesso 0,5cm em cada face	14cm x 19cm x 39cm	gesso 0,5cm em cada face	19cm x 19cm x 39cm	gesso 1,0 cm em cada face	19cm x 19cm x 39cm	argamassa 2cm em cada face
densidade adotada (g/cm3)	1,18	1,00	1,33	1,00	1,21	1,00	0,81	1,90
peso bloco (kg)	12,20	-	13,80	-	17,0	-	11,40	-
densidade superficial(kg/m^2)	164,64	10,00	186,23	10,00	229,42	20,00	153,90	76,00
densidade superficial parede[2] (kg/m^2)	174,64	-	196,23	-	249,42	-	229,90	-
resistência compressão (dados fornecidos pelo fabricante)	12 Mpa		18Mpa		5,0MPa		4,0MPa	

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na tabela 1 são explicitados os resultados extraídos dos relatórios de ensaios de acústica por faixa de freqüência.

[2]Densidade superficial da parede inclui densidade da alvenaria + revestimento

Tabela 1: Resultados de ensaios de isolação sonora de parede de geminação em campo[3]

Freqüência (Hz)	(Parede 1 - Bloco de concreto 14 x19 x 39cm com vermiculita) DnT (dB)	(Parede 2 - Bloco Acústico de 14 x19 x 39cm) DnT (dB)	(Parede 3a - Bloco Acústico de 19 x19 x 39cm) DnT (dB)	(Parede 3b - Bloco Acústico de 19 x19 x 39cm) DnT (dB)	(Parede 4 – Bloco de concreto de 19 x19 x 39cm + argamassa) DnT(dB)
100	36,4	29,1	33,6	43,2	44,7
125	35,7	42,0	37,3	43,9	40,3
160	29,1	38,6	35,1	41,0	41,5
200	30,8	40,9	37,8	44,7	44,3
250	31,2	38,6	36,5	42,8	39,8
315	37,8	39,7	36,1	42,5	42,0
400	37,7	41,2	37,2	43,8	44,9
500	42,5	42,3	40,6	44,9	47,1
630	44,1	43,1	41,2	48,1	47,9
800	45	45,8	41,4	47,7	49,9
1000	48,6	47,0	43,9	50,1	51,8
1250	51,2	47,8	44,5	52,6	53,9
1600	54,3	51,9	43,3	51,1	54,1
2000	55,5	53,7	40,9	52,2	50,6
2500	51,8	51,7	41,3	54,6	51,5
3150	-	50,2	46,7	59,8	55,3
DnT,w	**45**	**46**	**42**	**50**	**50**

A norma de desempenho de edificações residenciais, ABNT NBR 15.575-4 [6], para as paredes de geminação que dividem unidades autônomas, no caso em que pelo menos um dos cômodos seja dormitório, estabelece os seguintes critérios de DnT,w (isolação a som aéreo medido em campo): DnT,w ≥ 45dB (mínimo); 50 ≤ DnT,w≤ 54dB (intermediário); e DnT,w ≥ 55dB (superior).

A comparação entre os resultados da tabela 1 com os critérios definidos na NBR 15.575-4 [6] mostra que somente a parede 3a não atende ao critério mínimo, e as paredes 3b e 4 atendem ao critério no nível intermediário. Tanto a parede 2 quanto a parede 3 são constituídas de blocos de concreto de maior densidade superficial, porém, são de larguras diferentes 14cm e 19cm, além de terem resistência à compressão diferente, 18MPa e 5MPa, respectivamente, pois um bloco é estrutural e outro de vedação. Porém, a parede 3, com bloco de 19x19x39cm tem maior densidade superficial, o que parcialmente explica o maior resultado de DnT,w; aliado às características arquitetônicas dessa edificação. Segundo a lei das massas, a densidade da parede é determinante para o isolamento sonoro, assim, um material menos denso ou uma parede com menor espessura, ou os dois simultaneamente, resultarão em diminuição no isolamento sonoro[10].

As juntas entre blocos da parede 3a, conforme descrito no quadro 1, não estavam adequadamente preenchidas, além das caixinhas de elétrica terem sido posicionadas em cada uma das faces das paredes alinhadas umas às outras(fundo com fundo),

[3] Relatórios de ensaios fornecidos pela construtora. Os números dos relatórios não serão identificados visando manter anônimo o nome das construtoras

resultando em pequena espessura de parede nessa região e pouco espaço para preenchimento desse vão com concreto. Segundo Rindel [11], em paredes executadas com sistemas pesados (em concreto ou alvenaria), aproximadamente 50% da transmissão sonora ocorre através de frestas nas paredes que dividem cômodos, o que influencia nos resultados da avaliação acústica dos ambientes.

Assim, após o conhecimento das causas que levaram ao resultado do ensaio da isolação ao som aéreo dos recintos separados pela parede 3a, a construtora optou em corrigir a parede, no que diz respeito ao reposicionamento das caixinhas de elétrica e a correção do preenchimento das juntas entre blocos, no que foi possível. Após efetuadas as correções, o ensaio foi refeito (parede 3b), apresentando um resultado satisfatório.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados apresentados neste artigo mostram que existem tecnologias de parede, no caso em alvenarias de blocos de concreto, com potencial de promover isolamento sonoro adequado entre unidades habitacionais adjacentes quando um dos cômodos é dormitório.

Entretanto, cuidados de execução e controle da qualidade são essenciais para o atendimento a essa exigência de desempenho: seleção de bloco adequado, preenchimento completo das juntas verticais e horizontais entre blocos, diminuição de furos para passagem de instalações e colocação adequada de caixinhas de elétrica. Sugere-se que as caixinhas sejam colocadas, preferencialmente, em blocos distintos, para não prejudicar a isolação sonora da parede.

Observa-se ainda que não se pode estabelecer comparações entre os resultados das edificações do empreendimento A e B, pois são situações diferentes de projeto e, portanto, de propagação sonora. No empreendimento B, por exemplo, a configuração arquitetônica contribuiu no melhor isolamento acústico entre unidades adjacentes.

Como informação complementar, expõe-se que no site do Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat - PBQP-H– disponível em https://pbqp-h.mdr.gov.br/tipo-documento/fads/ -existem ao menos oito Fichas de Avaliação de desempenho – FADs - de paredes de alvenaria com blocos de concreto, nas quais são informadas o potencial desempenho de diversas paredes, inclusive de desempenho acústico, sendo possível o uso dessas fichas para análise da viabilidade do emprego dessas tecnologias de paredes para promoção de isolamento a ruído aéreo entre unidades adjacentes.

REFERÊNCIAS

[1] OLIVEIRA, L. A.. Durabilidade das construções habitacionais: impacto econômico e ambiental. **Revista Municípios de São Paulo**, São Paulo, p. 41 - 43, 08 ago. 2019.

[2] OLIVEIRA, L.A. ; MITIDIERI FILHO, C.V.O projeto de edifícios habitacionais considerando a norma brasileira de desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 7, p. 90-100, 2012. DOI: 10.4237/gtp.v1i1.208.

[3] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 19208**: Framework for specifying performance in buildings, 2016

[4] BRITO, A. C.; IKEDA, C. K., AKUTSU, M. O uso da habitação em tempos de pandemia: conforto ambiental e salubridade. Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/revista/materias/o-uso-da-habitacao-em-tempos-de-pandemia-conforto-ambiental-e-salubridade/20161>. Acesso em 20/05/22.

[5] ANDRADE, F. K. G.; LORDSLEEM JUNIOR, A. C.; SOUZA, P. H. R.; VERÍSSIMO, J. V. P. S. Contribuição do componente e da espessura no desempenho acústico de vedações verticais. **Parc Pesquisa em Arquitetura e Construção**, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 97-108, 29 jun. 2018. Universidade Estadual de Campinas

[6] 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.

[7] CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO- **CBIC**. Desempenho de edificações habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013. 308 p. Disponível em: <https://cbic.org.br/wp-content/uploads/2017/11/Guia_da_Norma_de_Desempenho_2013.pdf>

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 16283-2:** Acústica - Medição de campo do isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. Parte 2: Isolamento a ruído de impacto. Rio de Janeiro, 2021.

[9] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 717-1**: Acústica — Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações. Parte 1: Isolamento a ruído aéreo Rio de Janeiro, 2021.

[10] DUARTE, E. A.C; VIVEIROS, E.B. Desempenho acústico na arquitetura residencial brasileira: paredes de vedação. **AmbienteConstruído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 159-171, jul./set. 2007.

[11] RINDEL, J. H. Sound insulation of buildings. In: THE INTERNATIONAL CONGRESS AND EXPOSITION ON NOISE CONTROL ENGINEERING, 36, 2007, Istanbul. Proceedings. Istanbul, 2007.