

Análise do conforto acústico em ambientes com diferentes elementos de vedação

Cristiane Carine dos Santos¹

Resumo

O som sempre esteve presente na vida cotidiana da população, sua propagação pode, muitas vezes, ser entendida como desagradável, gerando incômodo para quem o escuta, sendo chamado ruído. Atualmente, o mercado da construção civil baseia-se nos critérios de desempenho descritos pela NBR 15575-1 (ABNT, 2013), que indicam parâmetros de desempenho mínimo. O presente estudo buscou avaliar a influência dos elementos de vedação (bloco cerâmico, tijolo maciço e vidro) aplicados nas estruturas, individualmente ou em conjunto, quanto ao conforto acústico, o nível de conforto que estes proporcionam aos ambientes das estruturas analisadas e determinar qual elemento de vedação apresenta maior eficiência em relação à acústica. Após a revisão bibliográfica sobre conceitos relacionados ao tema definiram-se as estruturas de análise. A área de estudo concentrou-se em edificações com fachada para uma via primária da cidade de Três Passos/RS, via com maior fluxo de veículos e concentração de atividade comercial, portanto, maior nível de ruído. Foram avaliados quatro ambientes por meio de medições com um sonômetro, observando o valor de pico de ruído interno e externo. Concluiu-se que o elemento de vedação mais eficiente foi o bloco cerâmico e observou-se que a maioria dos ambientes não atendem aos requisitos mínimos de conforto acústico.

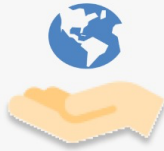
Palavras-chave: Acústica; Conforto acústico; Nível de pressão sonora; Ruído.

Analysis of acoustic comfort in environments with different sealing elements

Abstract

The sound has always been present in people daily life, its propagation can often be hosted as unpleasant, creating a discomfort for those who listen, being called noise. Currently, the construction market is based on the performance record applied by NBR 15575-1 (ABNT, 2013), which suggests the minimum performance. The present study sought to evaluate the influence of sealing elements (ceramic block, brick and glass), which can be used in structures, individually or together, regarding acoustic comfort, the comfort level that these features provide to the analysis environments and determinate which sealing elements are more efficient with respect to acoustics. After a bibliographical review about concepts related to the theme, the analysis structures were defined. The study area was concentrated in buildings in the main road of the city of Três Passos/RS, road with highest vehicle flow and concentration of commercial activity, therefore, higher noise level. Four environments were taxed by measurements with a sound level meter, observing the value of the internal and external noise peak. It was concluded that the most efficient sealing element was the ceramic block and was observed that most environments do not hit the minimum acoustic comfort requirements.

Keywords: Acoustics, Acoustics Comfort, Sound Level, Noise.



Recebido em: 14/03/2024

Aceito em: 01/04/2024

Publicado em: 01/01/2025

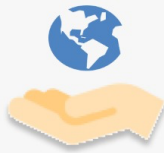
1 Introdução

O conforto acústico tem estado defasado quando comparado a outras técnicas realizadas na Engenharia Civil devido à falta de garantias para cumprir as normativas, fiscalização e redução de recursos, o que implica na redução de espessuras de paredes e pisos, resultando em uma perda de desempenho acústico. Esse cenário teve uma mudança com o surgimento da NBR 15575 – 1- Norma de Desempenho das Edificações em 2013, que impõe o cumprimento de índices mínimos admissíveis para o conforto dos usuários (PIERRARD; AKKERMAN, 2013).

A NBR 15575-1 (ABNT, 2013) define classes de desempenho acústico em mínimo, intermediário e superior e, apesar de a maioria dos índices de desempenho acústico mínimos serem baixos, se comparados às normas europeias, ao menos tem-se o surgimento de um patamar que, ao longo do tempo, deverá ser cada vez mais exigente.

No Brasil, especialmente em municípios pequenos, como Três Passos/RS, objeto de estudo, o isolamento acústico é esquecido devido a não popularidade e, até o ano de 2013, a não obrigatoriedade dele. Nas edificações avaliadas, tem-se a reclamação do baixo nível de conforto acústico nos ambientes, sendo esses ruídos de fontes externas (trânsito) e internas (conversas, música, sons de objetos sendo arrastados, entre outros).

O objetivo geral desse estudo foi de analisar a influência do tipo de elemento de vedação aplicado na estrutura de ambientes comerciais e unidades habitacionais em relação ao conforto acústico destes, sendo analisados, *in loco*, individualmente os elementos de vedação da fachada principal. Buscou-se também verificar a influência dos elementos de vedação (bloco cerâmico, tijolo maciço e vidro) aplicados nas estruturas, individualmente ou em conjunto, quanto ao conforto acústico, investigar o nível de conforto acústico que estes proporcionam aos ambientes das estruturas analisadas e determinar qual elemento de vedação apresenta maior eficiência em relação ao conforto acústico.



2 Conforto Acústico

O condicionamento acústico das edificações habitacionais visa o conforto acústico, tanto nas áreas relativas às habitações vizinhas quanto aos ruídos externos. Para garantir condições apropriadas, a norma de desempenho estabelece classificações de desempenho acústico mínimo. Os requisitos variam conforme a localização da habitação e do elemento construtivo analisado, sendo essas entre elementos de divisão de unidades habitacionais distintas e entre dependências de unidades habitacionais distintas e áreas comuns (TUTIKIAN; *et al.*, 2016).

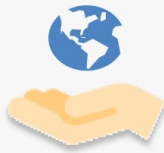
Souza *et al.* (2012) citam que as principais fontes de ruídos externos são decorrentes de atividades humanas, como os transportes rodoviários e aéreos, as indústrias e algumas atividades de recreação, sendo o transporte rodoviário a mais frequente fonte de ruído nos centros urbanos. Os autores salientam que todo material apresenta capacidade própria de reduzir a energia sonora, quando aplicado entre a fonte um receptor. Essa capacidade de isolar varia com a frequência dos sons e é expressa em decibéis, chamada de índice de atenuação.

A absorção acústica consiste em atenuar os efeitos da onda sonora em ambientes, visto que, quando um som atinge uma superfície dura e lisa, parcela deste é refletida e, quando atinge uma superfície macia, parte é absorvida. Já o condicionamento acústico consiste em dar ao ambiente as melhores condições possíveis de audibilidade interna, tomando duas providências fundamentais: corrigir o tempo de reverberação (intervalo de tempo necessário para que o nível de intensidade de um determinado som decresça 60 dB após o término da emissão) e promover a melhor distribuição possível dos sons gerados internamente, através da geometria interna do ambiente (CARVALHO, 2010).

2.1 Elementos de vedação de uma edificação

De acordo com Pierrard e Akkerman (2013), os sistemas de vedação vertical interna são as paredes que separam as diferentes unidades habitacionais autônomas, devendo garantir um desempenho adequado de isolamento acústico ao ruído aéreo (conversações, televisão, músicas).

Para Salgado (2013), as vedações verticais podem ser entendidas como um subsistema da edificação formado por elementos que dividem os ambientes internos, controlam ação de agentes indesejáveis, como animais, ventos, chuvas, poeiras e ruídos, constituindo ainda suporte, proteção e condições de habitabilidade necessária às edificações. São elementos de vedação as alvenarias em geral, vidros, esquadrias e painéis.



Diferentes materiais de construção têm diferentes comportamentos acústicos, baseado na frequência do som e na capacidade isolante do material, dependendo, também, da inércia, massa e das características elásticas, como rigidez e amortecimento interno (TUTIKIAN; *et al.*, 2016).

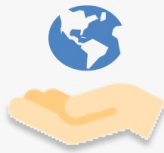
Os elementos mais prejudiciais ao isolamento acústico de uma edificação são aberturas, portas e janelas. Pequenas frestas e orifícios de fechaduras permitem a passagem do som. Toda vez que uma superfície apresenta aberturas, sua capacidade de isolamento sofre grande redução (SOUZA *et al.*, 2012).

De acordo com Tutikian *et al.* (2016), as esquadrias representam um ponto fraco no desempenho acústico global das vedações verticais. Essa perda está diretamente relacionada com a massa das esquadrias e com as folgas existentes entre cada elemento que compõem o sistema de vedação vertical. No caso das janelas, além das folgas, o tipo de vidro e a qualidade do caixilho também influenciam no isolamento acústico. Para Santos (2012), as portas possuem um ponto de fragilidade na parte inferior da folha. Uma porta comum tem uma fresta em sua parte inferior, quanto maior for a dimensão dela, menor será o isolamento sonoro da porta. Para uma porta de 2 m² de superfície, tendo frestas que variam de 0,5 a 40 mm, tem-se reduções sonoras com valores de 36 a 17 dB, respectivamente.

Já, em relação aos vidros, a perda de transmissão sonora tem uma relação direta com sua massa, podendo-se ampliar o isolamento através do efeito massa-mola-massa ou massa-ar-massa que aumentam o isolamento sonoro. Este efeito está presente em vidros laminados que apresentam películas de polivinil butiral (PVB) e em vidros de peças duplas ou triplas, com uma câmara de ar (TUTIKIAN; *et al.*, 2016).

3 Método

A pesquisa se desenvolveu com o trabalho conjunto de investigação, pesquisa bibliográfica e medições em campo. Inicialmente, buscou-se a conceituação de termos básicos para a compreensão do estudo, como isolamento acústico, desempenho acústico, conforto acústico, entre outros. Da mesma forma, as atividades em campo buscaram evidenciar qualitativamente as características do isolamento acústico presente nas edificações analisadas.



3.1 Medições de campo

Após a compreensão conceitual, foram realizadas medições de campo em algumas unidades habitacionais e comerciais situadas na avenida principal da cidade de Três Passos/RS. Foram analisadas 4 unidades, todas localizadas na avenida de maior tráfego rodoviário da cidade, sendo observadas num mesmo nível de ruído, onde todos os ambientes estão expostos às mesmas condições ambientais. Essas medições foram realizadas duas vezes ao dia, nos horários de pico da tarde, das 13h20 às 14h00 e das 17h20 às 18h00, não simultaneamente, ou seja, uma edificação por vez, sendo realizadas dentro dessa faixa de horários. Tais medições se repetiram duas vezes na semana, nas segundas-feiras e quintas-feiras, durante 2 semanas, sendo realizadas também em caso de chuva.

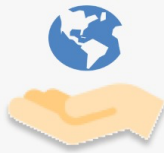
As medições foram feitas analisando as fachadas frontais das edificações, em cômodos situados na parte frontal da edificação. Foram realizadas medições no ambiente externo em frente a edificação e também na parte interna dos ambientes para observação do nível de redução sonora de ruídos externos que as vedações verticais concedem ao mesmo, não simultaneamente. As medições internas feitas em máximo contato possível com os tipos de elementos de vedação analisados no estudo: bloco cerâmico, tijolo maciço e vidro, podendo estes estarem combinados ou isolados.

As medições foram efetuadas a uma distância de no mínimo 0,5 m de paredes, teto e piso, e a pelo menos 1,0 m de elementos com significativa transmissão sonora, como janelas, portas ou entradas de ar. No presente estudo, foram 4 valores de medições de ruído em escala dB (decibel), sendo essas feitas em intervalos de tempo cronometrados. Foram 10 segundos de medição seguidos de 20 segundos de pausa, e assim sucessivamente, até a obtenção de 4 valores de pico, ou seja, os maiores valores medidos nos intervalos de 10 segundos. O Medidor de Nível de Pressão Sonora foi colocado próximo à fachada de análise, mantendo todas as portas e janelas do ambiente fechadas para conseguir resultados influenciados apenas pelo sistema de vedação em estudo, como orienta a NBR 10151 (ABNT, 2019).

3.2 Análise de resultados

Os resultados foram exemplificados, analisados e comparados para a classificação do elemento de vedação ou o conjunto de elementos de vedação de maior eficiência quanto ao conforto acústico nos ambientes.

Cada elemento de vedação apresentou 8 resultados de medições de nível de pressão sonora externas e 8 resultados de medições internas, formados pela média dos 4 valores de



pico, considerando que foram duas medições ao dia, duas vezes na semana, durante quatro semanas. Estes foram expostos em uma tabela, analisados e comparados entre si quanto ao conforto acústico que proporcionam ao ambiente em estudo.

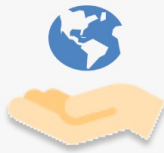
3.3 Caracterização dos ambientes

A edificação 1 é uma edificação residencial, no terceiro pavimento, construída com blocos cerâmicos, localizada próximo à um supermercado de grande porte e na avenida de principal acesso a empresa JBS, possuindo um alto fluxo de caminhões. O ambiente interno escolhido para as medições foi um dormitório, locado na fachada frontal do edifício. Este contém uma cama de casal, uma escrivaninha, um guarda-roupa e uma cômoda. A janela é de aço, 4 folhas, com veneziana de vidro, possuindo também uma cortina, a porta é semissólida de madeira.

A edificação 2 é um ambiente comercial, porém locado em uma edificação residencial antiga, construída com tijolos maciços. Este localizado no pavimento térreo em frente à um semáforo e ao lado de um ambiente comercial, que reproduz músicas durante o dia todo, com pausa somente das 12h00 às 13h30 e após as 18h00 horas, estacionando a caixa de som na porta de entrada principal do ambiente. O ambiente interno escolhido para as medições foi o escritório, locado na fachada frontal do edifício. Este contém uma escrivaninha, prateleiras, livros, duas poltronas, um aparador e, em horário comercial, um notebook. A janela é de vidro, 4 folhas, antiga, a porta é semissólida de madeira.

A edificação 3 é um ambiente comercial, com uma fachada totalmente de vidro, sem janelas e construída com bloco cerâmico. Este localizado no pavimento térreo em frente à um semáforo. O ambiente interno contém uma divisão de PVC, não indo até o teto. O ambiente escolhido para as medições foi o escritório, locado na fachada frontal do edifício. Este contém uma escrivaninha, três cadeiras e dois computadores. A fachada é de vidro temperado 6 mm.

A edificação 4 é um ambiente comercial, construído com bloco cerâmico, contendo divisões de PVC. Este é localizado no pavimento térreo, próximo a um posto de combustível. O ambiente interno escolhido para as medições foi a sala comercial locada na fachada frontal do edifício. Esta não possui janelas e contém uma escrivaninha, uma maca, um balcão e um condicionador de ar do tipo Split, a porta é semissólida de PVC.

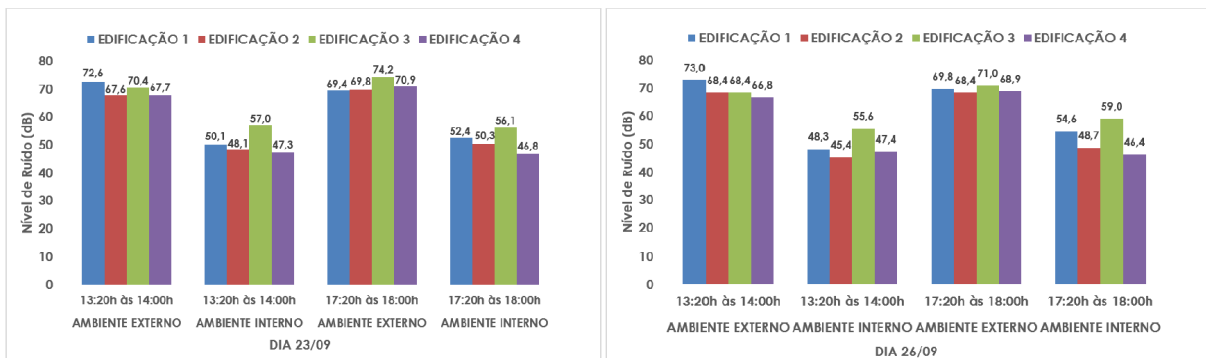


4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os dados foram coletados e expostos em forma de gráficos, conforme demonstrado nas Figuras 1 e 2. Tendo 4 valores de pico para cada medição, adotou-se a média destes, já que os dados coletados foram os máximos valores dentro do intervalo de tempo de 10 segundos. Estes foram fortemente afetados pela passagem de veículos emissores de maiores níveis de ruído, como caminhões ou motocicletas, por isso adotou-se a média.

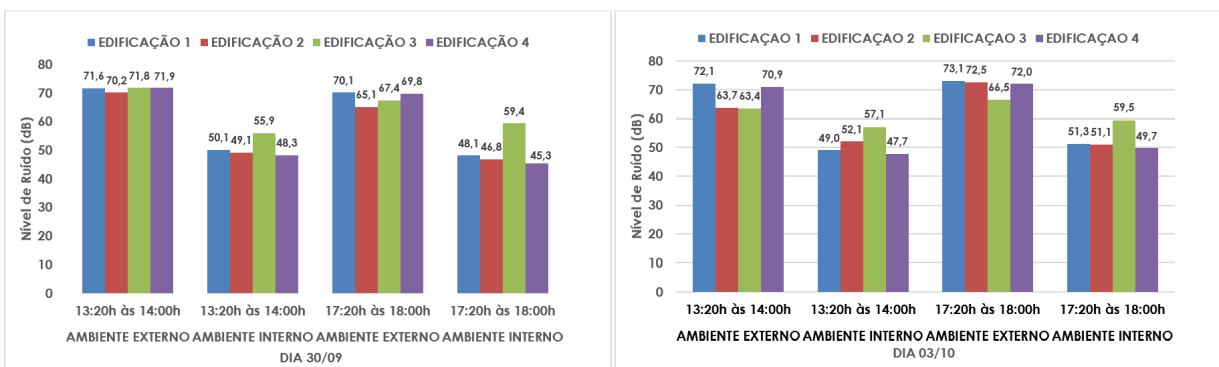
Dos dias analisados a característica climática predominante foi de dia ensolarado, exceto o dia 03/10/2019, que estava nublado. Os dados da Figura 1 representam as médias das medições do nível de pressão sonora realizadas nas 4 edificações nos dias 23 e 26/09. Já, na Figura 2, estão as médias realizadas nos dias 30/09 e 03/10/2019. Com os dados adotados fez-se a comparação com a NBR 10152 (ABNT, 2017), que define os níveis de ruído admissíveis de cada ambiente.

Figura 1 – Medições de nível de pressão sonora dias 23 e 26/09/2019



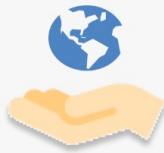
Fonte: Os autores

Figura 2 – Medições de nível de pressão sonora dias 30/09 e 03/10/2019



Fonte: Os autores

A edificação 1 é um dormitório e a normativa define níveis de 35 a 40dB como admissíveis para este ambiente. Através das medições, tem-se valores acima do tolerável em



todos os horários. Aplicou-se a média nos valores adotados em cada horário e esta média ultrapassa cerca de 26,3% o máximo valor tolerável de 40dB. Estes valores podem ser encontrados na Tabela 1.

A edificação 2 é uma sala comercial, tendo níveis de ruído admissíveis, adotando o ambiente como uma sala de escritório privativo para classificação perante a NBR 10152 (ABNT, 2017), de 40 a 45dB. Observa-se valores que extrapolam esse limite em todas as medições. A média destes excedem em torno de 8,9% o máximo valor admissível.

A edificação 3 é, também, uma sala comercial, sendo adotada a classificação de escritório coletivo. Esta possui níveis toleráveis entre 45 a 50dB. Percebe-se que as medições no ambiente interno atendem as especificações da norma.

A edificação 4 tem mesma utilidade da edificação 2. Visto que o valor mínimo das medições foi de 45,3dB, todos os valores ultrapassam o permitido. A média dos valores extrapolados atingem 5,3% acima do nível tolerável. Por meio dessas comparações com a normativa, notou-se que a edificação 1 pode ser considerada um caso crítico, já que ultrapassou, na média, 10dB dos valores admissíveis.

Tabela 1 – Níveis extrapolados dos valores máximos toleráveis

Níveis de ruído (dB)				
Dia - Horário	Edificação 1	Edificação 2	Edificação 3	Edificação 4
23/09 – 13h20	50,1	48,1	57,0	47,3
23/09 – 17h20	52,4	50,3	56,1	46,8
26/09 – 13h20	48,3	45,4	55,6	47,4
26/09 – 17h20	54,6	48,7	59,0	46,4
30/09 – 13h20	50,1	49,1	55,9	48,3
30/09 – 17h20	48,1	46,8	59,4	45,3
03/10 – 13h20	49,0	52,1	57,1	47,7
03/10 – 17h20	51,3	51,1	59,5	49,7
Média	50,5	49,0	57,5	47,4
Máximo permitido(dB)	valor 40,0	45,0	50,0	45,0
Valor extrapolado (%)	26,3	8,9	15,0	5,3

Fonte: Os autores



Para a escolha do elemento de vedação vertical de maior eficiência, fez-se a diferença entre o valor externo e interno. Nota-se, por meio da Tabela 2, que as edificações com maiores valores de redução de nível de ruído foram as construídas com o bloco cerâmico (Edificações 1 e 4).

A Edificação 1, localizada no terceiro pavimento, possui uma redução mínima de 15,2 dB e uma máxima de 24,7 dB, porém esta sofre a influência da altura, além da vedação vertical, tratando-se de níveis de redução sonora, já que quanto mais longe da fonte de ruído, menor será seu efeito.

Já a edificação 4, que está localizada no pavimento térreo e não contém janelas, possui níveis de redução sonora que variam de 19,4 dB à 24,5 dB, tendo somente um valor abaixo dos 20dB. Portanto, através desse estudo, conclui-se que o bloco cerâmico é o elemento de vedação de maior eficiência de vedação de ruído sonoro, para os casos analisados.

Tabela 2 – Níveis de redução de ruído externo

Níveis de ruído (dB)				
Dia - Horário	Edificação 1	Edificação 2	Edificação 3	Edificação 4
23/09 – 13h20	22,5	19,5	13,4	20,4
23/09 – 17h20	17,1	19,5	18,2	24,1
26/09 – 13h20	24,7	23,0	12,9	19,4
26/09 – 17h20	15,2	19,7	12,0	22,5
30/09 – 13h20	21,5	21,0	15,9	23,6
30/09 – 17h20	22,0	18,3	8,0	24,5
03/10 – 13h20	23,1	11,6	6,3	23,2
03/10 – 17h20	21,8	21,5	6,9	22,2

Fonte: Os autores

Essa análise se concentrou em identificar o melhor elemento de vedação vertical, ou seja, aquele que apresentou maior valor de redução sonora, com a maior diferença de ruído entre ambiente externo e interno. Após foi feito uma média para apontar o elemento com melhor desempenho, por exemplo, tem-se 5 medições que apontam um melhor desempenho para o ambiente com vedação de tijolo maciço e 3 medições que apontam para o bloco



cerâmico, aplicando a média, tem-se que o tijolo maciço é o elemento de vedação com melhor desempenho acústico.

A diferença entre dados de redução sonora obtidos em laboratório, resultados descritos no Tabela 2, e em campo podem ser causados por vários fatores, como má qualidade de esquadrias, má instalação das mesmas e deficiência na construção dos elementos de vedação vertical (paredes), ou seja, essa é a realidade *in situ* do conforto acústico nos ambientes testados.

5 CONCLUSÕES

Com o presente estudo foi possível constatar que o conforto acústico ainda está um tanto defasado quando relacionado a outras técnicas na construção civil. Com a implantação da NBR 15575-1 (ABNT, 2013), tem-se a determinação de requisitos de desempenho mínimo de materiais, porém, mesmo com a normativa, ainda se observa deficientes isolamentos acústicos em edificações.

A NBR 10152 (ABNT, 2017) é a normativa que rege as medições de nível de pressão sonora, conceituando o método de medição e os intervalos em que devem se situar esses níveis de ruído, de acordo com a finalidade do recinto. Com a comparação dos dados coletados a essa normativa, conclui-se que a maioria dos estabelecimentos não cumpre os requisitos mínimos de utilização, ou seja, possuem valores de ruído sonoro acima do admissível. Isto porque o conceito de isolamento acústico é pouco difundido entre a população, não sendo um requisito ao comprar ou construir uma edificação.

Com o estudo, concluiu-se que o elemento de vedação com maior eficiência foi o bloco cerâmico. Duas edificações construídas com esse material foram analisadas, uma em pavimento térreo e a outra no terceiro pavimento. A edificação locada no térreo foi a que apresentou maior redução de ruído externo quando comparada com as constituídas com os outros materiais, vidro e tijolo maciço.

Observou-se que, além das edificações não possuírem uma busca pelo conforto acústico, estas são construídas com técnicas pouco eficientes quando se tratando da acústica. Várias edificações, especialmente as de cidades de pequeno porte, como a cidade em estudo, são constituídas com materiais de baixa qualidade, esquadrias com folgas e frestas, má instalação delas ou até mesmo má execução de elementos de vedação.

As edificações estudadas poderiam ser melhoradas com a substituição das esquadrias por modelos mais atualizados e de boa qualidade, especialmente as janelas, que são as



principais falhas dos elementos de vedação. As futuras edificações devem ser construídas com produtos já certificados, que podem oferecer o mínimo de redução sonora normatizada. Estudos de reformas das edificações existentes em relação ao conforto acústico podem ser realizados, desenvolvendo maneiras de recuperar acusticamente essas edificações, seja por meio de aplicação de barreiras sonoras ou outros elementos mais tecnológicos.

Referências bibliográficas

- ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1 Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. **NBR 10152:** Acústica – Níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. Rio de Janeiro, 2017.
- _____. **NBR 10151:** Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2019.
- CARVALHO, Régio P. **Acústica Arquitetônica**. 2.ed. Brasília: Thesaurus, 2010.
- PIERRARD, Juan. F.; 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. São Paulo: RUSH Gráfica e Editora Ltda, 2013.
- SALGADO, Júlio C. P. **Técnicas e Práticas Construtivas para Edificação**. 2. ed. São Paulo: Érica Ltda, 2013.
- SANTOS, Jorge L. P. **Isolamento sonoro de partições arquitetônicas**. Santa Maria: UFSM, 2012.
- SOUZA, Lea C. L. *et al.* **Bê-á-bá da acústica arquitetônica:** ouvindo a Arquitetura. São Carlos: EdUFSCar, 2012.
- TUTIKIAN, Bernardo; *et al.* **Desempenho Acústico – Ruído Aéreo:** Determinação do isolamento sonoro através de medições em laboratório. Unisinos, São Leopoldo, 2016.