# Comparativo do Desempenho Acústico de Edificação em Bloco Cerâmico e Sistema *Wood Frame*, Segundo Critérios da NBR 15575:2013

REVISTA ELETRÔNICA MULTIDISCIPLINAR
UNIFACEAR

Alex Silva de Oliveira; Fabio Gustavo dos Santos; José Ribeiro Almeida de Souza.
Centro Universitário Unifacear;

## RESUMO

*O ruído é um fator impactante na vida das pessoas, sendo apontado como uma as principais causas prejudiciais a qualidade de vida das pessoas. Buscando a melhoria no conforto acústico nas edificações a norma brasileira NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 10152 (ABNT, 2017) definem procedimentos de medição e parâmetros de desempenho acústico. Este trabalho relata um estudo de caso realizado em duas edificações, uma em bloco de cerâmico e outra wood frame, ambas localizadas na cidade de Curitiba-PR, para avaliar o desempenho acústico da fachada e ambiente interno das edificações. A medição foi realizada utilizando-se do método simplificado de medição conforme NBR 10152 (ABNT, 2017). As medições ocorreram no mês de outubro em três datas diferentes, utilizando-se decibelimétro para medição de frequência sonora. A medição realizada na área externa na edificação em bloco cerâmico teve um nível de retenção sonora de 22,57(dB) e wood frame 25,97 (dB), comparando ao sugerido pela norma de 30 (dB) mínimo, ambas as edificações não atenderam a solicitação mínima da norma NBR 15575:2013. A medição dos ambientes internos foi realizada em outro dia e comparada com os parâmetros da NBR 10152:2017, a medições do isolamento acústico na edificação em bloco cerâmico foi de 43,47 (dB) e na edificação em wood frame 41,21(dB) a norma sugere um valor de 40 (dB), e as edificações não apresentaram o requisito mínimo de desempenho acústico, como melhoria do desempenho nas edificações, sugere-se a utilização de outros materiais em suas estruturas.*

*Palavras chave: Bloco Cerâmico Wood frame, Desempenho acústico.*

## *ABSTRACT*

*Noise is an impacting factor in people's lives, being pointed as one of the main causes detrimental to people's quality of life. Seeking to improve acoustic comfort in buildings, the Brazilian standard NBR 15575 (ABNT, 2013) and NBR 10152 (ABNT, 2017) define measurement procedures and acoustic performance parameters. This paper reports a case study carried out in two buildings, one in ceramic block and another wood frame, both located in Curitiba-PR, to evaluate the acoustic performance of the facade and the internal environment of the buildings. The measurement was performed using the simplified measurement method according to NBR 10152 (ABNT, 2017). The measurements took place in October on three different dates, using decibelimetric for sound frequency measurement. The measurement performed outside in the ceramic block building had a sound retention level of 22.57 (dB) and wood frame 25.97 (dB), compared to the minimum 30 (dB) suggested by both buildings. met the minimum requirement of NBR 15575: 2013. The measurement of indoor environments was performed on another day and compared with the parameters of NBR 10152: 2017, the acoustic insulation measurements in the ceramic block building was 43.47 (dB) and in the wood frame building 41.21 (dB ) the norm suggests a value of 40 (dB), and the buildings did not present the minimum requirement of acoustic performance, as improvement of performance in the buildings, it is suggested the use of other materials in their structures.*

***Key Words: Wood Frame Ceramic Block, Acoustic Performance***

## 1. INTRODUÇÃO

O ruído ainda é apontado como uma das principais causas de deterioração da qualidade de vida humana nas grandes cidades, representando o fator poluente mais ativo na vida das pessoas. Não sendo associado diretamente como ameaça à vida como os demais poluentes, acaba ficando no fim da lista das prioridades ambientais (BISTAFA, 2006).

A NBR 15575 e 10152 vieram para definir os níveis de desempenho que os sistemas construtivos devem ter para atenuar a transmissão dos ruídos gerados externa e internamente nas edificações habitacionais, regulando os níveis de desempenho acústico das paredes externas, das esquadrias utilizadas em dormitórios, das paredes internas que separam duas unidades, das paredes. (PIERRARD E AKKERMAN, 2013).

A indústria da construção brasileira tem melhorado seus parâmetros de qualidade. A criação da Norma de Desempenho de Edificações Habitacionais é considerada uma revolução conceitual sobre os requisitos mínimos de segurança para casas e edifícios residenciais. (REZENDE; FILHO; NASCIMENTO, 2014).

É conveniente que os fabricantes de sistemas construtivos de vedações internas ou externas apresentem ao projetista e ao empreendedor o desempenho de seus sistemas quando medidos em laboratório, para ser analisado à capacidade de atenderem a condição de desempenho em campo exigida do incorporador/construtor. Qualquer sistema utilizado deve ser passível de demonstração, para que, quando necessário, se possa efetivamente obter evidências de que os níveis exigidos pela NBR 15575 são atendidos, por sua vez, o usuário precisa ser informado sobre como suas ações de uso, operação e manutenção podem alterar o desempenho acústico que recebeu tais alterações de paredes, pisos, portas e esquadrias. (PIERRARD E AKKERMAN, 2013).

## 2. DESENVOLVIMENTO

O ruído urbano tem sido um dos causadores da poluição sonora que afeta a saúde e o bem-estar das pessoas, com isso a acústica é importante nas edificações, para proporcionar no interior das habitações menor ruído, deixando o ambiente mais aconchegante para os ocupantes. (GONÇALVES; CARVALHO, 2017).

O ouvido humano pode sentir frequências entre 20 e 20.000Hz, e captar sons a partir de 10 dB ou 15 dB, em um grau normal, ruídos acima de 85 dB podem ser nocivos á saúde humana, podendo causar diminuição da audição, insônia, irritabilidade e dores de cabeça e são denominados como poluição sonora. (AUDIÇÃO, 2019).

Focados na rotina com o ruído ao seu redor, as pessoas buscam casas unifamiliares, que proporcionem o conforto e bem-estar através do isolamento acústico. (HANSEN, 2017).

Simões (2011) informa que, dentre os tipos de propagação existentes pode-se diferenciar o ruído estrutural e aéreo segundo as características descritas abaixo:

a) O ruído estrutural se propaga pela estrutura das edificações, que é gerado pelas vibrações de máquinas, equipamentos e impactos que atingem a estrutura do prédio.

b) O ruído aéreo se propaga com velocidade de transmissão no ar, de aproximadamente 340 m/s (metros por segundo). Dentre o ruído aéreo temos música dos bares, o ruído de trânsito (aviões, ônibus e caminhões), o barulho de máquinas e equipamentos de construção e conversa dos vizinhos.

A NBR 10152 (ABNT, 2017), normatiza os níveis de ruído para conforto acústico estabelecendo os níveis de ruído admissíveis nos ambientes, segundo o tipo de uso. O mercado de construção civil com a mudança da NBR 15575 busca soluções para alcançar estes níveis, com o intuito de prevenir os erros desde o projeto até a execução da obra, melhorando a qualidade, conforto e segurança das edificações e advento de novos sistemas construtivos.

Isolamento acústico é o processo pelo qual se objetiva impedir a transmissão do som ou ruído de um ambiente para o outro. Uma estrutura com características isoladoras é geralmente densa e reflexiva. (BISTAFA, 2018).

O isolamento sonoro é importante para minimizar ruído proveniente do exterior e outros locais que podem causar incômodo. Pode ser realizado de diversas formas, através de janelas, paredes, pisos e tetos. O nível sonoro exterior pode apresentar valores muito elevados, tal como na proximidade de vias rápidas, aeroportos ou também podem ser considerados valores baixos como em zonas rurais. (ANDRADE, 2009).

Diante da exposição de Pierrard e Akkerman (2013) o tratamento acústico tem por finalidade absorver os sons, tornando os ambientes mais confortáveis. Para o autor o isolamento sonoro vem garantir, por exemplo, a privacidade entre salas ou eliminar a interferência de barulhos externos, trazendo a ideia de tranquilidade, calma e bem-estar, os quais influenciam diretamente no bem-estar e na saúde das pessoas.

Existem no mercado, diversos materiais absorventes porosos utilizados para tratamento acústico de edifícios, como lã de vidro, lã de rocha, espuma de melamina e de poliuretano. (SIMÕES, 2011).

Dentre as formas de isolamento acústico, alguns materiais são mais utilizados na construção civil, pelas suas características e uso, conforme descrição abaixo. (SALGADO, 2010).

a) Espumas acústicas: sua constituição permite a absorção do som oriunda de diversas direções por terem superfície ondulada. Fornecida em placas fixadas diretamente a superfície, em diferentes cores e formatos.
b) Lã de vidro ou lã de rocha: excelente em propriedade de isolamento acústico, fornecido em rolos ou placas, podendo ser revestida com tecidos. Dentre

suas características no isolamento acústico apresenta ótimo coeficiente de absorção sonora.

c) Borracha sintética: sua aplicação no isolamento acústico é no revestimento de tubulações de esgoto, água, pisos e lajes.
d) Painel *Wall*: composto de madeira laminada ou sarrafeada, prensada em forma de placa, pode ser utilizado em parede e divisória, aceita qualquer tipo de revestimento.

Segundo Emarkert (2015) o isolamento acústico no Brasil, era obrigatório em edifícios habitacionais acima de cinco pavimentos. Após a revisão da NBR 15.575 pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) em julho de 2013, os critérios e métodos foram reestabelecidos para alguns sistemas de edificação, dentre eles o conforto térmico e acústico. A Norma determina que todos os edifícios novos construídos, independente do número de pavimentos, devem atender às especificações acústicas a fim de garantir a qualidade de vida dos que nele residem.

Os parâmetros a serem avaliados serão comparados a retenção sonora da área externa comparando os dados da TABELA 1 e TABELA 02 NBR 10152 (ABNT, 2017).

TABELA 1 - CLASSE DE RUÍDOS.

| Classe de Ruído | Localização da Habitação | D2m,nT,w (dB) | Nível |
|---|---|---|---|
| I | Habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas. | ≥20 | M |
| | | ≥25 | I |
| | | ≥30 | S |
| II | Habitação localizada em áreas sujeitas a situações de ruído não enquadráveis nas classes I e III | ≥25 | M |
| | | ≥30 | I |
| | | ≥35 | S |
| III | Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, desde que conforme a legislação. | ≥30 | M |
| | | ≥35 | I |
| | | ≥40 | S |

Para vedação externa de salas, cozinhas, lavanderias e banheiros, não há exigências específicas. Em aeroportos, estádios, locais de eventos esportivos, rodovias, ferrovias há necessidade de estudos específicos.

Legenda: M= Desempenho Mínimo exigido; I = Desempenho intermediário; S = Desempenho superior. D2m,nT,w: Diferença Padronizada de Nível Ponderada a 2 m de distância da fachada .

FONTE: Adaptado_ NBR 15575 (ABNT, 2013).

TABELA 2 – VALORES DE REFERÊNCIA PARA AMBIENTES INTERNOS DE UMA EDIFICAÇÃO DE ACORDO COM SUA FINALIDADE DE USO (CONTÍNUA).

| Finalidade de uso | Valores de referência | |
|---|---|---|
| | RLAeq (dB) | RLASmax (dB) |
| **Residências** | | |
| Dormitórios | 35 | 40 |
| Sala de estar | 40 | 45 |
| Salas de cinema em casa (home theaters) | 40 | 45 |

Nota: Nivel de pressão sonora, equivalente (R*L*Aeq)
Nível de pressão sonora máximo (R*L*ASmax)

FONTE: NBR 10152 (ABNT, 2017)_Adaptado pelos autores.

A vedação vertical é utilizada para fechamento de vãos ou delimitação de áreas. Não é dimensionada para resistir a ações além de seu próprio peso. (SALGADO, 2010).

No Brasil, o meio construtivo mais utilizado para edificações de pequeno porte, ou seja, residência unifamiliar, baseia-se na construção de edificações com estrutura em concreto armado e com vedação em tijolos cerâmicos. (MIRANDA, 2018). A FIGURA 1 demonstra um exemplo de parede da vedação.

FIGURA 1- ALVENARIA DE VEDAÇÃO BLOCO CERÂMICO




FONTE: Praconstruir (2019).

Os blocos cerâmicos aplicados nas alvenarias de vedação, com ou sem revestimentos, podem ser com furos na vertical e vedação com furos na horizontal. (KALIL, 2007). A **Erro! Fonte de referência não encontrada.** – representa os blocos cerâmicos.

FIGURA 2 - BLOCOS DE VEDAÇÃO.




FONTE: Papini (2013).

O sistema construtivo *wood frame* é um método de construção rápida, de origem norte-americana. Seu avanço está ligado à industrialização no ramo da construção civil, a redução de prazos e consequente redução de custos. A estrutura é composta por perfis de madeira (geralmente de reflorestamento como o pinus) que em conjunto com as placas de OSB, constituem painéis estruturais capazes de suportar as cargas verticais (telhados e pavimentos), perpendiculares (ventos) e de corte transmitindo as cargas até a fundação. (GARCIA S. et al, 2014).

A FIGURA 03**Erro! Fonte de referência não encontrada.**, representa detalhes de uma estrutura de parede em *wood frame* onde podem ser vistos os montantes e as placas de OSB para o fechamento da parede, ainda sem os acabamentos de pintura e acessórios. (MOREIRA; SOLDERA, 2016).

FIGURA 3 - MODELO DE PAINEL ESTRUTURAL DO TIPO PAREDE.




FONTE: Moreira; Soldera (2016).

A combinação de painéis leves, afastados, formando espaço preenchido pelo ar, pode isolar mais que o efeito produzido pela lei da massa, o chamado efeito sanduíche. Preenchendo os vazios com lã de vidro ou rocha, que aumenta o amortecimento da

energia que passa. Quanto maior a distância entre os painéis melhor o isolamento. (SILVA, 2011).

Para elaboração dos procedimentos de medição, contou-se com o apoio da Empresa Kurten, que disponibilizou edificações para escolha e realização das medições.

Para análise de qual sistema seria mais eficaz utilizou-se do método de cálculo normatizado simplificado baseado, na NBR 15575 (ABNT, 2013) e NBR 10152 (ABNT, 2017), avaliando e analisando os níveis globais de pressão sonora, e o desempenho acústico das vedações verticais e fachada.

As edificações estão localizadas na cidade de Curitiba, Bairro Xaxim, classificadas como: casa 01 em bloco cerâmico, casa 02 em *wood frame*.

FIGURA 4 - MACROLOCALIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES.




FONTE: Autores (2019).

Para a medição, utilizou-se o medidor de Nível de Pressão Sonora (decibelímetro digital), modelo KR843, notebook e equipamentos não acústicos, como trena e máquina fotográfica e drone.

As avaliações foram realizadas nos dias (16) quarta-feira, (17) quinta-feira e (30) quarta-feira de outubro de 2019, em horários e tempo previamente definidos, respectivamente: 14h, 15h, 16h e 17 horas, em duas unidades habitacionais, com a fachada localizada para avenida.

As informações referentes à umidade relativa do ar do dia 30 (quarta-feira), temperatura e velocidade do vento, foram: Temperatura de 30º, umidade do ar de 75% e vento a 9 km/h. (SIMEPAR, 2019).

Nos dias 16 e 17 foram realizadas as medições de fachada com duração de medição de 3 minutos, repetidos em três sequências, intercalado com intervalos de 6 minutos, na casa 01 e casa 02.

A medição externa foi realizada com os equipamentos instalados a 1,20 m do piso voltado para a parede a 2,00 m de distância da parede.

As medições dentro das edificações nos ambientes internos foram realizadas no dia 30 e tiveram duração de 2 minutos cada sequência, totalizando três sequências com 6 minutos em cada ponto, representado nas plantas de cada edificação.

Antes da medição foi instalado o equipamento no ambiente interno fixado em tripé a uma altura de 1,00 m do piso voltada para a parede analisada, com o decibelímetro a 1,50 m de distância, conectado ao notebook para armazenamento das leituras.

Os dados foram avaliados conforme instrução da norma NBR 10152 (ABNT. 2017) onde foram descartados os níveis sonoros afetados por sons intrusivos.

Ao final de cada série de medição dos pontos nos ambientes, foi lido o nível de pressão sonora com o calibrador ligado e acoplado ao microfone para checar se as medições estavam sendo registradas corretamente.

A CASA 01 é construída em alvenaria de bloco cerâmico, com uma área aproximada de 43 m² com três dormitórios, uma cozinha, uma sala de estar, e um banheiro de uso comum estrutural, parede com medição de 15 cm de espessura.

A edificação denominada casa 02, possui área de projeção aproximada de 36 m². Compartimentada em sala, cozinha, banheiro, dois dormitórios e uma varanda. A estrutura da parede tem 13,4 de espessura.

Ambas as edificações possuem esquadria de vedação em vidro simples de 6 mm de espessura e dimensões de 1,20 m de largura, por 1,20 m de altura, subdividida em 2 folhas. O ambiente é composto ainda, por porta externa de madeira, de dimensões 0,80 m de largura por 2,10 m de altura, porta externa de 0,80m x 1,10m.

A medição foi realizada medindo a pressão sonora em 4 pontos internos de cada uma das edificações, e um ponto de fachada.

Para chegar ao resultado sintetizado em um valor único, foi realizada a média logarítmica das medições, descartando os valores de nível sonoro afetados por sons intrusivos.

As TABELA 3 e TABELA 4, representam o resultado das medições fachada externa e interna da casa 01.

TABELA 3 - RESULTADO DAS MEDIÇÕES CASA 01 BLOCO CERÂMICO FACHADA.

| Edificação casa 01 Bloco Cerâmico | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Média das medições** | | | | | | | | | |
| Índice de frequência sonora (dB) | Data | 16/10/2019 | | | 17/10/2019 | | | Média (dB) | Retenção sonora (dB) |
| | Numero de medições | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| | Externo | 66,37 | 66,17 | 67,54 | 67,99 | 69,84 | 68,38 | 67,72 | 22,57 |
| | Interno | 44,91 | 45,69 | 45,90 | 45,36 | 44,13 | 44,87 | 45,14 | |

FONTE: Autores (2019).

TABELA 4 – RESULTADO DAS MEDIÇÕES CASA 01 BLOCO CERÂMICO INTERNO.

| Edificação 01 de Bloco Cerâmico | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Média das medições | | | | | | | |
| Índice de frequência sonora | Data | 30/10/2019 | | | | Média (dB) | Norma 10152 (dB) |
| | Pontos de medição | P1 | P2 | P3 | P4 | | |
| | (dB) | 45,24 | 45,86 | 41,86 | 40,91 | 43,47 | 40 |

FONTE: Autores (2019).

A TABELA 5 e TABELA 6, representam o resultado das medições fachada externa e interna da casa 02.

TABELA 5 - RESULTADO DAS MEDIÇÕES CASA 02 WOOD FRAME FACHADA.

| Edificação casa 02 *Wood frame* | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Média das medições | | | | | | | | | |
| Índice de frequência sonora (dB) | Data | 16/10/2019 | | | 17/10/2019 | | | Média (dB) | Retenção sonora (dB) |
| | Numero de medições | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | | |
| | Externo | 66,54 | 65,64 | 67,51 | 66,02 | 65,54 | 67,81 | 66,51 | 25,97 |
| | Interno | 46,54 | 44,17 | 46,57 | 46,57 | 44,32 | 45,10 | 45,55 | |

FONTE: Autores (2019).

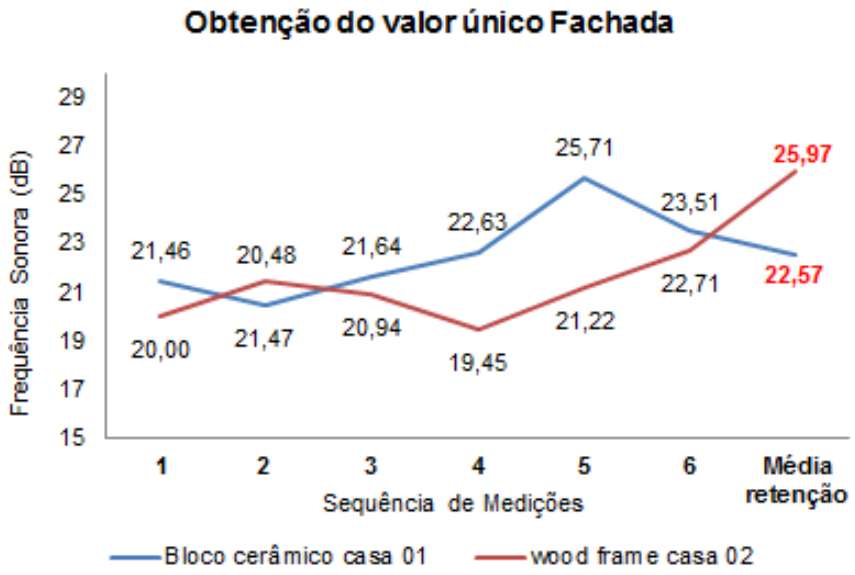
TABELA 6 – RESULTADO DAS MEDIÇÕES CASA 02 *WOOD FRAME* INTERNO.

| Edificação 02 de *Wood frame* | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Média das medições | | | | | | | |
| Índice de frequência sonora (dB) | Data | 30/10/2019 | | | | Média (dB) | Norma 10152(dB) |
| | Pontos de medição | P1 | P2 | P3 | P4 | | |
| | (dB) | 42,41 | 42,43 | 38,54 | 41,50 | 41,21 | 40 |

FONTE: Autores (2019).

O GRÁFICO 1, representa o valor único da das medições e a retenção sonora das edificações realizada em ambas as fachadas.

GRÁFICO 1 – VALOR RETENÇÃO SONORA FACHADA.




FONTE: Autores (2019).

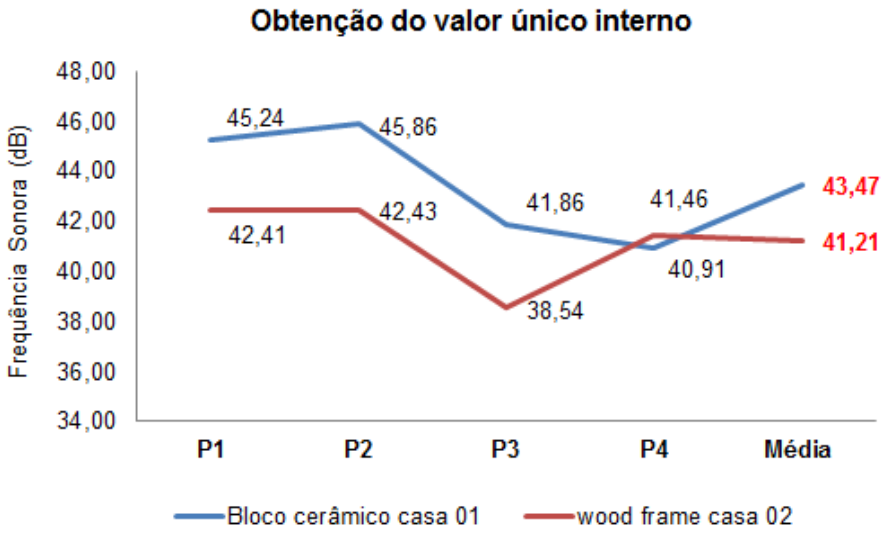
Avaliando as faixas de frequência das edificações, ambas estão classificadas em nível III: Habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas, conforme NBR 15575 (ABNT, 2013).

Ambos os métodos construtivos com suas particularidades, apresentam níveis de retenção em isolamento parecidos, mostrando-se ineficientes quando comparados às especificações da TABELA 03. A casa 01 tem um valor de retenção sonora de 22,57

(dB), já a casa 02, tem valor de retenção sonora de 25,97 (dB), conforme representado no **Erro! Fonte de referência não encontrada.**. A norma específica para as edificações em classe de ruído III uma diferença de retenção de no mínimo ≥ 30 (dB). Verifica-se que a fachada não atende ao desempenho sonoro aéreo mínimo estabelecido na NBR 15.575.

O Desempenho interno das edificações após varias medições obteve um desempenho aproximado representado no GRÁFICO 02, separados por pontos e fechado a uma média única.

GRÁFICO 2 – VALOR ÚNICO EM DB DOS AMBIENTES INTERNOS.




FONTE: Autores (2019).

Quando analisado GRÁFICO 02 com os dados médios equivalentes, da TABELA 07 percebemos que o índice das medições internas nos ambientes não atendem, ao mínimo sugerido pela norma que especifica valores de equivalência de, 35 a 40 (dB), para residências de uso contínuo.. A vedação *wood frame,* casa 02 obteve valor menor de Rw 41,21 (dB), mesmo sendo mais eficiente no isolamento, não atende ao requisito da norma.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a medição da pressão sonora foi possível determinar o índice sonoro dos elementos estudados, conhecendo os níveis de desempenho acústico considerando as vedações verticais a fim de alcançar a base para o presente estudo.

Observou-se, que vários fatores são fortes influenciadores do desempenho final da edificação, como volume dos ambientes, características dos materiais, espessuras e densidade, que interferem no coeficiente de absorção sonora; além da disposição das esquadrias e a vedação das mesmas, sendo que qualquer fresta é um caminho livre para passagem de som.

Os resultados obtidos quando comparados a norma NBR 15575 e NBR 10152, denotou-se que nenhuma das edificações obteve um resultado satisfatório, ambos não atendem ao solicitado pelas normas.

Como forma de melhora nas vedações, e acústica das edificações, a substituição de materiais hoje utilizados por outros que proporcionam melhoraria no desempenho acústico é sugerido como a utilização de bloco cerâmico em espessura maior, janelas em vidro duplo, na edificação em sistema *wood frame* acrescentar materiais para tratamento acústico como lã de vidro na estrutura interna da parede para melhorar seu desempenho.

## REFERÊNCIAS


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT 10151- **Acústicas: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade** - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

_____. NBR 10152: **Níveis de Ruído para Conforto Acústico** – Procedimento. Rio de Janeiro, 2017. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.

_____. NBR 15575: **Edificações habitacionais** – Desempenho – Parte 4: Requisitos para Sistemas de vedação verticais internas e externas- SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 7190. **Projeto de estruturas de madeira**. 1997.

ANDRADE, J. M. F. M. de. **Caracterização do conforto acústico em escolas.** 2009. 94 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, 2009. Disponível em: <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/59395/1/000142417.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

BISTAFA, Sylvio R. **Acústica aplicada no controle do ruído.** São Paulo: Ed. Blucher, 2006. 384 p.

BISTAFA, S.R. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2011. 380 p.

BISTAFA, S. R.; **Acústica aplicada ao controle de ruído.** 3. ed. São Paulo: Blucher, 2018. 435 p.

BONAFÉ, G. **Isolamento acústico em paredes: saiba como especificar.** Disponivel em: https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/isolamento-acustico-em-paredes-saiba-especificar_11659_10_18. Acesso em: 01 de maio de 2019.

EMARKET. **A importância do isolamento acústico na construção civil.** 2015. Disponível em: <http://www.amplitudeacustica.com.br/isolamento-acustico-na-construcao-civil/>. Acesso em: 02 abr. 2019.

GARCIA, S. et al. **Sistema Construtivo *Wood Frame.*** 2014. Disponível em: <https:/
/www.imed.edu.br/Uploads/micimed2014_submission_147.pdf>. Acesso em: 03 abr. 2019.

GONÇALVES, P. H.; CARVALHO, M. T. M. **Isolamento acústico de paredes de um dormitório por modelo simplificado**. **Reec Revista EletrÔnica de Engenharia Civil**, Brasilia, v. 14, n. 02, p.01-10, 20 dez. 2017. Disponível em: <http://repositorio.bc.ufg.br/bitstream/ri/17405/5/Artigo%20-

%20Pedro%20Henrique%20Gon%C3%A7alves%20-%202018.pdf>. Acesso em: 20 maio 2019.

HANSEN, A. **Conforto acústico: importante para o desempenho das edificações e bem-estar dos usuários.** 2017. Disponível em: <http://www.cte.com.br/projetos/2017-12-18conforto-acustico-importante-para-o-dese/>. Acesso em: 01 maio 2019.

HUPALO, C. **Reverberação nas Salas do ISEP**; Disponível em <http://recipp.ipp.pt/bitstream/10400.22/10577/1/DM_CristianeHupalo_2017_MEC.pdf>>. Acesso em 24 de março de 2019.

KALIL, S. M. B. **Alvenaria estrutural**. PUCRS, 2007. Disponível em: http://www.politecnica.pucrs.br/professores/soares/Topicos_Especiais_-_Estruturas_de_Madeira/Alvenaria.pdf Acesso em: 11 março 2019.

MEDEIROS, M. **Vedações verticais (PARTE 1).** 2013. Disponível em: <http://www.dcc.ufpr.br/médiawiki/images/5/5f/TC025_Veda%C3%A7%C3%B5es_A_x.pdf>. Acesso em: 05 abr. 2019.

MIRANDA, P. P. **Estudo comparativo entre o sistema construtivo convencional mais utilizado na região noroeste do estado do rio grande do sul e o sistema construtivo industrializado light steel framing.** 2018. 96 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul – Unijui, Ijui, 2018. Disponível em: <file:///D:/01Fabio%202018_10_08/FACULDADE/9%20SEMESTRE/01%20TCC%20I/Material%20pesquisa/V1/P%C3%A2mela%20Patricia%20Miranda.pdf>. Acesso em: 25 maio 2019.

MOREIRA, P. V.; SOLDERA, C. R M. **Panorama do sistema construtivo Tecverde.** Curitiba, 2016. Color. Disponível em: <http://www.tecverde.com.br/wp-content/uploads/2016/02/Panorama-do-Sistema-Construtivo-Tecverde.pdf>. Acesso em: 01 abr. 2019.

OLIVEIRA, L. M.; SCHNEIDER, C; VEIT. E. A. **Freqüência:** ufrgs - fisica e musica. Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br/cref/ntef/som/>. Acesso em: 15 abr. 2019.

PAPINI, C. A. **Materiais cerâmicos.** Carlos Alberto Papini, 2013. 96 slides, color. Disponível em: <https://pt.slideshare.net/AquilesCampagnaro/cermicas-26467332>. Acesso em: 05 maio 2019.

PASSERI, L. **Absorção sonora x Isolamento acústico: entenda as diferenças.** Disponível em: <https://www.aecweb.com.br/cont/m/rev/absorcao-sonora-x-isolamento-acustico-entenda-as-diferencas_15424_10_18>. Acesso em: 21 maio 2019.

PIERRARD, J. F.; AKKERMAN, D. **Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho:** Associação Brasileira para a Qualidade Acústica. 2013. Disponível em:

<http://www.labeee.ufsc.br/sites/default/files/disciplinas/proacustica_manualnorma_nov_2013.pdf>. Acesso em: 01 maio 2019.

PRACONSTRUIR. B. **Paredes: alvenaria de vedação. Paredes: alvenaria de vedação.** 2019. Disponível em: <http://blogpraconstruir.com.br/etapas-da-construcao/paredes/>. Acesso em: 15 abr. 2019.

REZENDE, J. M. S; FILHO, M. J. C. G; NASCIMENTO, N. L. F. **Desempenho acústico segundo a norma de desempenho ABNT NBR 15575.** 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Goiás. 2014. Disponível em << https://www.eec.ufg.br/up/140/o/o_desempenho_ac%c3%9astico_segundo_a_norma_de_desemepenho_abnt_nbr_15_575_isolamento_sonoro_contra_ru%c3%8ddo_a%c3%89reo_de_veda%c3%87%c3%95es_verticais_internas_medido_em_campo.pdf>>. Acesso em: 01 maio 2019.

SANTOS; M. A. S. **A audição humana**; Brasil Escola. Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/fisica/a-audicao-humana.htm>. Acesso em 25 de maio de 2019.

SALGADO, J. C. P. **Técnicas e práticas construtivas para edificação.** São Paulo: Érica Ltda, 2010. 320 p.

SILVA, Pérides. **Acústica Arquitetônica e condicionamento de ar.** 6. ed. Belo Horizonte: Edtal E. T Ltda, 2011. 347 p.

SILVA, J. D.; CARVALHO, L. C. **ALVENARIA ESTRUTURAL E DE VEDAÇÃO: Uma análise comparativa de custos de dois empreendimentos multifamiliar.** 2018. 20 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, Fundação de Ensino e Pesquisa do Sul de Minas, Minas Gerais, 2018. Disponível em: <http://repositorio.unis.edu.br/handle/prefix/628>. Acesso em: 15 mar. 2019.

SILVA, M. R. R da. **Construções sustentáveis:** um estudo sobre o método construtivo em wood frame para unidades residenciais. 2017. 73 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Unisul, Palhoça, 2017. Disponível em: <https://www.riuni.unisul.br/bitstream/handle/12345/2356/TCC%20Marcos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 20 abr. 2019.

SIMEPAR – **Sistema Metereológico do Paraná.** 2019. Disponível em: http://www.simepar.br/prognozweb/simepar/dados_estacoes/25264916. Acesso em: 30 out. 2019,

SIMÕES, F. M. **Acústica Arquitetônica.** Rio de Janeiro: Procel Edifica, 2011. Disponível em: <https://ambeefau.files.wordpress.com/2011/09/acustica.pdf.>. Acesso em: 24 mar. 2019.

WOOD. F – **Tecnologia na construção de casas de madeira.** 2019. Disponível em: <http://construindodecor.com.br/wood-frame-tecnologia-na-construcao-de-casas-de-madeira/>. Acesso em: 01 abr. 2019.