

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO DE EDIFICAÇÃO HABITACIONAL DE ÂMBITO SOCIAL ECONÔMICO CONFORME A ABNT NBR 15575:2013

Marcela Castro¹, Abel de Oliveira Costa Filho²

¹Graduação em Engenharia Civil, FUCAPI, Manaus, AM, Brasil.

²Professor de Graduação em Engenharia Civil, FUCAPI, Manaus, AM, Brasil.

¹ ²Instituto de Ensino Superior Fucapi (CESF) 69075-351 – Manaus – AM – Brasil

marcela-castro2@hotmail.com, abel_costajr@hotmail.com

Abstract. Evolute the performance of the constructive systems is an advance to the sector and constitutes the way to the evolution of all people who composes the civil construction chain. Specifically the client buyng a housing unit who doesn't have the knowledge about the acoustic confort, the owner doesn't dispose parameters, as an example, about the isolation of air noise and, if he disposes those parametrs, maybe he can't evaluate if this value is adequate or not. Efforts must be added to improve the quality of the brazilian dwellings, to improve the use of resources, match and, consequently, value the project. The presente work will evolute the acoustic performance of the instalations, developed with the purpose of analysing the aventure in question in order to check its compliance with the ABNT NBR ABNT 15575:2013 Performance Standard, in the required requirements.

Key words: Air noises, Performance Standard, Acoustic isolation.

Resumo. Avaliar o desempenho dos sistemas construtivos é um avanço para o setor e constitui o caminho para a evolução de todos que compõem a cadeia da construção civil. Especificamente o cliente ao comprar uma unidade habitacional não tem conhecimento em relação ao conforto acústico, o proprietário não dispõe de parâmetros, por exemplo, sobre o isolamento de ruído aéreo e, se dispõe, talvez não saiba avaliar se esse valor é adequado ou não. É preciso somar esforços para melhorar a qualidade das habitações brasileiras, aperfeiçoar o uso dos recursos, compatibilizar e, consequentemente, valorizar o projeto. O presente trabalho irá avaliar o desempenho acústico das instalações, desenvolvido com a finalidade de analisar o empreendimento em questão de forma a checar o atendimento do mesmo à Norma de Desempenho ABNT NBR ABNT 15575:2013, nos requisitos exigidos.

Palavras-chave: Ruídos aéreos. Norma de desempenho. Isolamento acústico

1. INTRODUÇÃO

Garantir conforto acústico nas unidades habitacionais significa assegurar o isolamento dos ruídos provenientes do meio externo e das compartimentações interiores adjacentes. Segundo Patrício (2010), é conveniente avaliar, na fase de projeto, o nível de isolamento sonoro necessário em conformidade com o exposto nas exigências funcionais estabelecidas e suportadas pela regulamentação vigente, de forma que o ambiente no interior dos edifícios satisfaça padrões de conforto adequados. Nesses termos, as normas técnicas são fundamentais para orientar e criar parâmetros. Apesar de Norma não ser Lei, o não cumprimento às normas representa assumir um risco.

De acordo com Neto (2009), a norma da ABNT ABNT NBR 15575 é um importante documento. Construir em conformidade com esta norma, implica utilizar uma ferramenta essencial para as construtoras, incorporadoras e projetistas, pois os auxiliará a conhecer e prever o desempenho mínimo de seus edifícios e melhorá-lo, se for o caso, ou se assim o desejarem. Para os fabricantes de materiais da construção civil, também será uma ferramenta importante, pois, por meio desta, terão a base para produzir materiais e sistemas construtivos com melhor qualidade.

Para os consumidores, terá caráter informativo, constituindo-se em um documento que contém diretriz e critérios objetivos sobre o que esperar do desempenho de um edifício para moradia (MITIDIÉRI FILHO, 2004). Com a norma de desempenho de edifícios habitacionais em vigor, as construtoras que não a seguirem poderão ter problemas judiciais por oferecer ao consumidor um produto de baixa qualidade (SANCHES, 2003). Esta norma impactará sobre as construtoras e os fornecedores de materiais, além de projetistas, incorporadoras e órgãos de financiamento (MITIDIÉRI FILHO, 2004).

Ainda segundo Neto (2009), o conforto acústico pode ser um conceito subjetivo ou uma exigência objetiva. De uma forma ou de outra, esse conceito tem sido cada vez mais exigido por proprietários ou usuários de edificações. O conceito formal pode não ser compreendido pela maioria da população, mas a ausência do conforto acústico está cada vez mais perceptível e, por isso, a exigência objetiva de morar ou trabalhar em ambientes acusticamente confortáveis está se tornando cada vez mais frequente. A privacidade é um requisito que os moradores desejam encontrar ao regressar para a sua residência, para o convívio familiar e o repouso.

O presente trabalho tem como propósito contextualizar, medir e avaliar a eficiência do isolamento acústico em vista dos ruídos de impactos e aéreos, equiparados aos níveis de desempenho mínimos exigidos pela ABNT NBR 15575:2013 – Edificações Habitacionais – Desempenho, em edificação residencial atendida pelo padrão Minha Casa Minha Vida, na cidade de Manaus – AM.

2. METODOLOGIA

2.1. Avaliação do desempenho acústico

A norma de desempenho permite a realização das medições por dois métodos com procedimentos diferentes: engenharia e controle. A precisão do método de controle é inferior, levando a maiores incertezas nos resultados, que podem ser conflitantes na hora

de avaliar o atendimento à norma. Por isso, recomenda-se a realização das medições pelo método de engenharia.

3. REQUISITOS DE AVALIAÇÃO

De acordo com a CBIC (2013), mesmo que as ondas sonoras se reproduzam por diferentes meios e fenômenos bem complexos de acústica como difração, ressonância, reverberação e absorção estejam envolvidas, a ABNT NBR 15575:2013 não trata individualmente tais questões. Apenas tem seu interesse voltado para a propagação de ruídos aéreos e ruídos de impacto. Os valores obtidos através das medições devem ser comparados com os requisitos da Norma de Desempenho, ABNT NBR 15575:2013 (ABNT, 2013). Para avaliar o desempenho do isolamento sonoro aéreo dos elementos verticais internos utilizam-se as tabelas 1, que é obtida da ABNT NBR 15575:2013.

3.1 Instalações, equipamentos prediais e sistemas hidrossanitários.

A ABNT NBR 15575-1 e ABNT NBR 15575-6 estabelecem os limites de ruídos em dormitórios para instalações e equipamentos prediais, conforme tabela abaixo:

Descrição	Parâmetro	dB	Nível de Desempenho
Nível de pressão sonora equivalente padronizado.	L _{Aeq,nT}	≤ 37	Mínimo
		≤ 34	Intermediário
		≤ 30	Superior
Nível de pressão sonora máximo padronizado.	L _{Asmax,nT}	≤ 42	Mínimo
		≤ 39	Intermediário
		≤ 36	Superior

**Tabela 1 – Valores máximo de nível de pressão sonora contínuo equivalente L_{Aeq,nT}, medido em dormitório.
Fonte: ABNT NBR 15575-1/6 (ABNT, 2013).**

3.1.1 Sistemas de Piso

A ABNT NBR 15575-3 estabelece os limites mínimos de isolamento acústico ao ruído aéreo e de impactos (Item 12.3):

Isolamento ao ruído de impacto de sistemas de pisos	
Critério	Desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	≥ 80 dB
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas.	≥ 55 dB

**Tabela 2 – Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado L'_{nTw}
Fonte: ABNT NBR 15575-3: 2013.**

Isolamento ao ruído aéreo de sistemas de pisos	
Critério	Desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas em que um dos recintos seja dormitório	≥ 45 dB
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de trânsito eventual, tais como corredores e escadaria nos pavimentos, bem como em pavimentos distintos. Situação onde não haja dormitório	≥ 40 dB
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas de áreas comuns de uso coletivo, para atividades de lazer e esportivas, tais como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas.	≥ 45 dB

Tabela 3 – Critério de diferença padronizada de nível ponderada D'nTw
Fonte: ABNT NBR 15575-3:2013.

3.1.2. Sistema de vedações verticais internas – Paredes

A ABNT NBR 15575-4 estabelece os limites mínimos de isolamento acústico ao ruído aéreo, assim como define níveis de desempenho conforme tabela 4.

Isolamento ao ruído aéreo de sistemas de vedações verticais internas (paredes)	
Elemento	Desempenho
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de germinação), nas situações onde não haja ambientes seja dormitório.	≥ 40 dB
Parede entre unidades habitacionais autônomas (parede de germinação) caso pelo menos um dos ambientes seja dormitório.	≥ 45 dB
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	≥ 40 dB
Parede cega de salas e cozinhas entre uma unidade habitacional e áreas comuns de trânsito eventual, como corredores e escadaria nos pavimentos.	≥ 30 dB
Parede cega de dormitórios entre uma unidade habitacional e áreas comuns de permanência de pessoas, atividades esportivas, como home theater, salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinha e lavanderias coletivas.	≥ 45 dB
Conjunto de paredes e pontas de unidades distintas separadas pelo Hall (DnT,W obtida entre as unidades).	≥ 40 dB

Tabela 4– Valores mínimos de diferenças autorizadas de nível ponderadas, D'nTw entre ambientes.
Fonte: ABNT NBR 15575-4: 2013.

3.1.3 Sistemas de vedações verticais externas – fachadas

Os sistemas de vedações verticais externas (fachadas) que separam dormitórios do exterior devem garantir um desempenho adequado de isolamento acústico ao ruído aéreo (tráfego, aviões, trens, etc.). O desempenho mínimo adequado é exigido em função do ruído exterior existente no entorno do empreendimento Como mostra a tabela: 5 abaixo:

Isolamento ao ruído aéreo de sistemas de vedações externas (fachadas)		
Ruído externo		Desempenho
I	Habitações localizada distantes de ruídos intenso de quaisquer natureza.	≥ 20 dB
II	Habitação localizada em áreas sujeitas à situação de ruído não enquadráveis da classe I e III.	≥ 25 dB
III	Habitação sujeita a ruído intenso de meio de transporte e de outras naturezas, desde que esteja de acordo com a legislação.	≥ 30 dB

Tabela 5 – Valores mínimos de diferenças autorizadas de nível ponderadas, $D_{2m,nT,w}$ da vedação de dormitório
Fonte: ABNT NBR 15575-4: 2013.

3.1.4 Avaliação quantitativa, ruídos.

3.1.4.1 Informações gerais

Avaliações quantitativas de ruído foram realizadas em dia normal em pleno funcionamento do empreendimento Smart Flores, ocorreu no dia 21 de março de 2018 em período, matutino e vespertino, como mostra a Tabela: 7.



TEMPERATURA AMBIENTE	 32°C
UMIDADE	 24°C
VELOCIDADE VENTO (k/h)	96%
	8
	ENE

Tabela7: Informações climáticas do dia
Fonte: Obra Smart Flores, 2019.

4.0 ESTRATÉGIA E MÉTODOS DA AVALIAÇÃO

A Realização e a transcrição das medições realizadas in loco, a fim de avaliar a eficiência do isolamento acústico no que se trata dos ruídos aéreos para vedações verticais e horizontais, com base na ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013). As medições a seguir foram possíveis devido à disponibilidade da Construtora X em fornecer as unidades para avaliação.

4.1 Estratégia

Dos pontos de avaliação foram realizadas medições dos níveis de pressão sonora nos interiores dos dormitórios, banheiros e cozinha e sala de estar, com os equipamentos ligados, num total de 18 pontos, sendo 09 emissores e 09 receptores.

O tempo de medição foi escolhido de forma a permitir a caracterização do ruído em questão. A medição envolveu uma sequência de 40 amostras coletadas a cada 5 segundos durante o tempo mínimo de 5 (cinco) minutos em cada ponto medido.

4.2 Métodos da avaliação

Foi utilizado MNPS, tipo 2, em conformidade com padrões de medição de pressão sonora, atendendo também a norma IEC 61672-1. Para tal avaliação empregou-se também um calibrador acústico, classe 2. Foi realizada a calibração do MNPS em campo antes e depois da realização das medições.

Foi utilizado o método de avaliação com medição de nível de pressão sonora equivalente a decibel ponderado em “A” dB (A), resposta rápida (Fast) e com Range de 30 a 130 dB.

Pra a frequência de ondas hertz (Hz) foi utilizado o método de avaliação com medição de nível de pressão sonora equivalente em decibel ponderados em “A” resposta lenta (Slow) e “C”, dB (C), resposta rápida (Fast) com Range de 30 a 130 dB.

4.2.1 Equipamentos utilizados

Equipamentos: Calibrador acústico

- ✓ Fabricante: Instruthem
- ✓ Modelo: Cal - 3000
- ✓ N° de série: N236281
- ✓ Data de calibração: 19/03/2018
- ✓ Certificado de calibração: n° AM03748/18



Equipamentos: Medidor de nível sonoro digital

- ✓ Fabricante: Instruthem
- ✓ Modelo: Dec-490
- ✓ N° de série: 13014704
- ✓ Data de calibração: 19/03/2018
- ✓ Certificado de calibração: n° AM03713/18



Equipamentos: GPS

- ✓ Fabricante: Garmin
- ✓ Modelo: Etrex - 10
- ✓ N° de série: 2D



Equipamentos: Trena Manual

- ✓ Fabricante: IRWIN
- ✓ M: 3
- ✓ Ft: 10



Equipamentos: Máquina fotográfica digital



- ✓ Fabricante: Sony
- ✓ Certificado de calibração: nº AM03748/1

Equipamentos: Tripé



4.2.2 Ficha técnica do empreendimento

Condomínio Residencial Smart Flores, - Rua Jorge Luiz Milani, n. 76, Bairro da Paz - com um total de 13 (treze) torres de 4 (quatro) apartamento por andar, sendo o térreo, composto de 4 (quatro) pavimentos totalizando 260 (duzentos e sessenta) apartamentos e 8 casas PNE, com padrão Minha casa minha vida.

5. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS AVALIADOS

Das medições, foram realizadas: Na torre 1 apartamento 401, torre 13 apartamento 401, 403, 301 e nas casas PNE 02 e 03. Conforme imagem e croqui

Na figura 1 mostra a localização do Empreendimento.



Figura 1 – Macrolocalização do empreendimento
Fonte: Google Earth, 2019.

Na figura 2 mostra o croqui com os pontos avaliados.

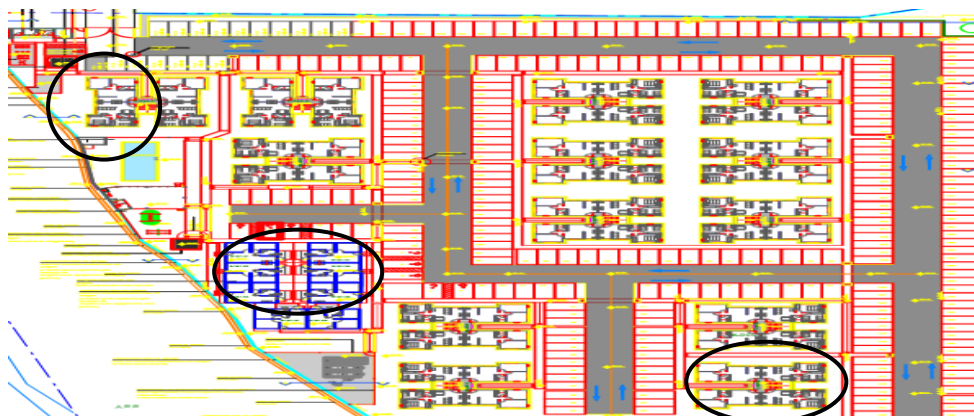


Figura 2 – Croqui dos pontos avaliados
Fonte: Obra Smart Flores, 2019.

6. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Dos resultados dos níveis de desempenho acústico (Figura 3) nos ensaios realizados equiparando aos da ABNT NBR 15575:2013, foram considerados a espessura e material de parede de concreto moldada no local com acabamento em massa corrida e textura na cor branca de 10 cm de espessura, laje em concreto de 10 cm de espessura, contrapiso de 3 a 5 cm com aplicação de argamassa de 1 cm e assentamento cerâmico, bem como fechamento de portas de madeira e janelas de correr de 2 folhas móveis em esquadria de alumínio com vidro incolor de 4 mm.

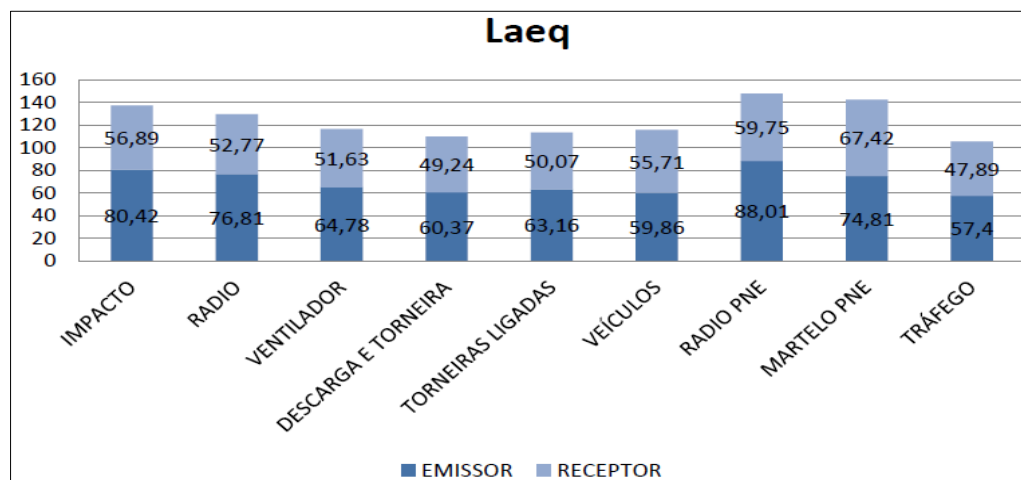


Figura 3: Nível de Pressão sonora que incidem nos apartamentos
Fonte: Obra Smart Flores, 2019.

No presente trabalho foram analisadas quatro situações. A primeira entre dormitórios, a segunda entre ambiente integrado por sala de estar e jantar, cozinha, área de serviço e circulação de dois apartamentos geminados, a terceira entre dois dormitórios de pavimentos distintos, e a última entre fachada e ambiente integrado por sala de estar, cozinha, área de serviço, circulação e banheiro.

Observando os experimentos dos ensaios realizados, a laje maciça de concreto com 10 cm de espessura, verificou-se que o valor encontrado foi $L'_{nw} = 56,89$, é interessante observar que o limite mínimo de isolamento de ruído de impacto recomendado pela ABNT NBR 15575-3 é de $L'_{nw} \leq 80$ dB.

No que se refere ao isolamento do ruído aéreo do sistema de piso entre as unidades habitacionais autônomas obtivemos no receptor valores de variação entre 51,63 e 52,77 DnT,w sendo este resultado ≥ 45 dB conforme estabelecido na tabela 7 da ABNT NBR 15575-3.

Os resultados acima confirmam que este sistema construtivo de laje atende as condições mínima e intermediária de isolamento de ruído de impacto recomendadas pela ABNT NBR 15575-3.

No que se refere ao sistema de vedação verticais internas/paredes obtivemos nos receptores valores de 50,07 e no PNE variações de 59,75 e 67,42. O valor estabelecido na tabela 18 ≥ 45 dB da ABNT NBR 15575-4.

No que se refere ao sistema de vedação verticais externas/fachada obtivemos no receptor valor de variação de 47,89 (ponto avaliado mais próximo) e de 55,71 no PNE

variações de 59,75 e 67,42. O valor estabelecido na tabela: $17 \geq 25$ da ABNT NBR 15575-4.

Do que se refere aos requisitos dos níveis de ruídos para sistema hidrossanitário obtivemos no receptor o valor de 43,2 LAeqT e Lasmax 49,24, onde para, LAeqT o valor mínimo deverá ser ≥ 37 e LAeqT é de ≤ 36 . Os valores obtidos são superiores ao que a norma estabeleceu na tabela B2 e B3 da ABNT NBR 15575-6.

Devido o empreendimento usar sistema de shaft para passagem de tubulação, as grandes variações de ruídos ocorridos são resultantes da falta de isolamento das tubulações.

No que se refere ao sistema de cobertura não houve viabilidade para realização dos ensaios de desempenho acústico em razão os apartamentos possuem cobertura em telha de fibro cimento e laje.

7. CONCLUSÕES

Vários fatores são fortes influenciadores do desempenho final da edificação, como volume dos ambientes, utilizado para corrigir o índice de isolamento, características dos materiais, espessuras e densidade dos mesmos, que interferem no coeficiente de absorção sonora, disposição das esquadrias e a vedação das mesmas, sendo que qualquer fresta é um caminho livre para passagem de som.

O projetista deve fazer um estudo inicial avaliando todas essas características e desenvolvendo seu projeto a partir disso, e o executor deve acompanhar constantemente se todas as etapas construtivas estão sendo realizadas satisfatoriamente para que, ao final da execução, não haja surpresas, e o desempenho desejado tenha sido alcançado.

Neste trabalho foram realizados ensaios experimentos em diversas configurações de sistemas construtivos.

A partir dos resultados destes ensaios, foi possível confeccionar tabela comparativa, identificando o desempenho de isolamento de ruído de impacto e aéreo de cada sistema ensaiado e ressaltando as configurações com grande potencial de uso nas construções de edificações civis.

Observou-se que, com exceção dos requisitos dos níveis de ruídos para sistema hidrossanitário, todos os ensaios deste trabalho apresentaram desempenho compatível com a melhor graduação estabelecida pela ABNT NBR 15575:2013.

8. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **ABNT NBR 15575:2013** – Edificações Habitacionais – Desempenho, 2013.

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

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Demanda habitacional no Brasil / Caixa Econômica Federal**. Brasília: 2011.

CARNEIRO, Waldir A. M. **Barulho em apartamentos pode ter origem em defeito de construção**. São Paulo, 2000. Disponível em: http://www.chegadebarulho.com/Conteudo_artigos.htm. Acesso em: 20 de maio. 2019.

CBIC. **Brasil adota novos padrões de qualidade para construção de casas e apartamentos**, 2013. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/brasil-adota-novos-padroes-de-qualidade-para-construcao-de-casas-e-apartame>-Acesso em: 25 de maio 2019.

ISO 140-5. Acoustics– Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades, 1998.

ISO 717-1 Acoustics – Rating of sound insulation in buildings and of building elements, Part 1: Airborne sound insulation, 2013.

ISO 16.283-1 Acoustics – Field measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 1: Airborne sound, 2013.

Resultados: Diferença padronizada de nível de acordo com ISO 16283-1 Medições em campo de ruído aéreo entre cômodos. São Leopoldo, 2015b.

Resultados: Diferença padronizada de nível de acordo com ISO 140-5

Medições de campo de ruído aéreo em elementos de fachada e fachadas. São Leopoldo, 2015c.

VITTORINO, F. **Requisitos de Conforto Acústico, Desempenho Acústico e as Experiências de ensaios de laboratório e campo.** Disponível em: http://www.proacustica.org.br/assets/files/DiaRuido/Apresentacoes2013/.FulvioVitorino_IPT_24AbrilProAcustica.pdf- Acesso em: 15 de junho de 2019.

Manual ProAcústica sobre a Norma de Desempenho Guia prático sobre cada uma das partes relacionadas à área acústica nas edificações da **Norma ABNT ABNT NBR 15575:2013** Edificações habitacionais - Desempenho