

Análise do conforto acústico de uma edificação multifamiliar.

Tiago Bezerra de Souza¹

Carla Nones²

¹ Graduado em Arquitetura e Urbanismo e Mestre em Engenharia Civil pela Universidade Federal do Ceará - UFC. Coordenador adjunto do curso de graduação de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário 7 de Setembro - UNI7. E-mail: tiago.souza@fa7.edu.br

² Estudante de graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo no Centro Universitário 7 de Setembro - UNI7. E-mail: nonescarla.arquitetura@gmail.com

SUMÁRIO

Resumo	3
Introdução	4
Referencial teórico	7
Resultados	11
Conclusão	16
Referências	18

Resumo

Como na maioria das vezes, o emprego de novas tecnologias na construção civil ocorre na tentativa de se reduzir custos e não necessariamente de se ganhar qualidade, acredita-se que essas mudanças, mais baratas e geralmente bem mais leves, não devam atender aos requisitos mínimos relativos às exigências de acústica. Este artigo tem por objetivo compreender as reais necessidades de se atender aos requisitos acústicos da norma NBR 15575 de desempenho das edificações habitacionais bem com sua aplicabilidade e principalmente medir e avaliar o desempenho dos materiais tradicionalmente utilizados na construção civil. Seu nível de desenvolvimento teve por base a experimentação prática através medições em um estudo de caso realizado de uma série de ensaios do desempenho acústico das alvenarias de vedação e do sistema de piso. Dentre os materiais e os métodos utilizados, este trabalho se restringe e se desenvolve a partir do acompanhamento dos testes que são pertinentes ao tema da acústica. Na ocasião foram medidos no prédio os níveis de atenuação de ruído aéreo entre: Meio externo e interno, entre ambientes internos de apartamentos vizinhos horizontalmente e ambientes internos de apartamentos vizinhos verticalmente e de ruído de impacto entre ambientes internos de apartamentos vizinhos verticalmente. Os resultados obtidos podem servir de indicadores para que os construtores saibam se os sistemas adotados atendem à norma quanto aos requisitos acústicos e, em caso negativo, podem usá-lo futuramente como base para a reflexão de um estudo que busque identificar a falha que pode ser desde o projeto, do material utilizado e até interferências na própria execução.

Palavras-chave: Conforto acústico, desempenho acústico, ABNT NBR 15575.2013, Alvenarias e Pisos.

Introdução

Os requisitos e critérios de desempenho acústico expressam, respectivamente, as condições qualitativas e quantitativas às quais o edifício deve atender para satisfazer as exigências do usuário final, quando submetido a determinadas condições de exposição do cotidiano. (Mitidieri Filho, 1998).

Neste contexto, encontramos como parte do que concerne o desempenho das edificações, os requisitos acústicos, que existem no Brasil, normativamente, desde 1987 através da NBR 10152, que estabelece os níveis de ruído máximos admissíveis nos ambientes segundo o tipo de uso. Entretanto, esta é uma norma que parecia ser ignorada pelo mercado da construção civil, mas acabou ganhando força a partir da norma NBR 15575, que enfatizou os níveis de atenuação ou transmissão de ruídos aceitáveis, através do desempenho dos sistemas construtivos das edificações habitacionais.

A norma de desempenho NBR 15575, foi lançada primeiramente em 2008, porém somente em fevereiro de 2013 teve sua versão final homologada e que passou a prevalecer a partir 19 de julho de 2013. O fato é que atualmente encontra-se no mercado imobiliário de cidades como a de Fortaleza uma repetição de soluções arquitetônicas e construtivas que não levam em considerações as especificações e recomendações dos usos adequados de materiais e sua aplicação em relação aos fatores regionais, climáticos e ambientais.

Para esta necessidade de mudança e adequação das edificações para o mercado imobiliário e atendimento das necessidades dos custos financeiros, ambientais, sociais e de conforto do consumidor final, exige-se uma reflexão mais ampla sobre o conteúdo e adequação às especificações da NBR 15575 e o despertar para implicações da responsabilidade dos profissionais envolvidos na elaboração e execução dos projetos para a construção civil.

O objetivo deste estudo de caso é analisar os resultados obtidos através de medições e avaliação do desempenho do isolamento sonoro ou dos níveis de atenuação dos sistemas de vedação interna e externa e dos sistemas de pisos utilizados conforme especificações da NBR 15575 em um empreendimento residencial multifamiliar de médio padrão na cidade de Fortaleza.

A relevância a análise do conforto e desempenho acústico baseado no resultado do estudo de campo de medições e avaliação do desempenho acústico de paredes e pisos em uma edificação multifamiliar de acordo com a NBR 15575 na cidade de Fortaleza-CE. O interesse e o despertar para esta pesquisa se deu através de orientações de projetos arquitetônicos na graduação do curso de Arquitetura e Urbanismo pela dificuldade nas buscas sobre materiais literários acerca do assunto e de informações complementares na região nordeste do país bem como pela ausência de laboratório de acústica voltado especialmente para construção civil.

Para se ter ideia do impacto da Norma de Desempenho sobre o setor da construção civil no período de janeiro 2014 a abril de 2015 foram concebidos 559 alvarás de construção de edifícios residenciais pela Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA) da cidade de Fortaleza-CE, evidenciando-se assim a relevância deste artigo como estímulo a importância da aplicação da NBR 15575 nos projetos arquitetônicos e pelo setor da construção civil nas edificações multifamiliares.

Desde que a vigência da NBR 15.575 até o período ensaiado de 2014, ainda não se sabia exatamente se existiam edifícios ou até mesmo quais sistemas construtivos empregados estavam efetivamente atendendo os requisitos normativos no contexto da construção civil da cidade de Fortaleza no estado do Ceará, principalmente em questões que tocam nos requisitos de desempenho acústico.

A acústica em um ambiente arquitetônico não é somente a solução de um fenômeno físico, mas a concepção da sensibilidade ao som em um elemento de conforto, tendo sua importância e reconhecimento no projeto arquitetônico desde a

fase de levantamento de dados e viabilidade através do contexto urbano para que ele se integre ao entorno sem restringir a criatividade do profissional arquiteto. Ao dar forma e volume ao espaço, o arquiteto tem como elemento de trabalho a superfície. As formas e os materiais adotados têm influência no comportamento do som, determinando o desempenho acústico do ambiente. Por isso é essencial o conhecimento das propriedades sonoras que influenciam a qualidade do espaço, para que o ambiente projetado cumpra sua função acústica (Souza, et al 2013).

A metodologia aplicada a este estudo foi através de ensaios acústicos nos ambientes da unidade da edificação multifamiliar em estudo, por uma empresa terceirizada e especializada no assunto na região sudeste do país. As avaliações acústicas para verificação de atendimento dos requisitos acústicos das diferentes partes da norma NBR 15575.

Medições realizadas:

- Isolamento acústico ao ruído aéreo entre recintos: O método de ensaio para avaliar o isolamento a ruído aéreo entre recintos é o descrito na norma internacional ISO 140-4:1998 e ISO 717-1:2013.
- Isolamento acústico ao ruído aéreo de fachadas: O método de ensaio para avaliar o isolamento a ruído aéreo de fachadas é o descrito na norma internacional ISO 140-5:1998.
- Isolamento acústico a ruído de impacto entre recintos: O método de ensaio para avaliar o isolamento a ruído de impacto de sistemas de pisos é o descrito na norma internacional ISO 140-7:1998 e ISO 717-2:2013.

Referencial teórico

Uma edificação habitacional multifamiliar, pode ser acometida por inúmeras fontes de ruídos internos e externos. O som produzido em um ambiente da edificação não permanece exclusivamente nele, mas se reproduz por vias diretas e indiretas resultando em ruídos aos outros usuários da edificação.

De acordo com Bistafa (2011), o som é uma sensação produzida no sistema auditivo humano e o ruído é um som indesejável, sem harmonia. Assim, o ruído pode provocar desconfortos e efeitos deletérios. Em níveis suficientemente elevados, pode causar perda da audição e aumento da pressão arterial (efeitos fisiológicos), incômodos (efeitos psicológicos), danos e falhas estruturais (efeitos mecânicos), mas sua eliminação absoluta não deve ser o objetivo e sim seu controle.

As implicações fisiológicas do ruído, segundo Silva (1978), além de prejudiciais diretamente ao aparelho auditivo e ao cérebro, podem agir também sobre outros órgãos, às vezes por ação reflexa, perturbando as funções neurovegetativas, com implicações no funcionamento orgânico.

Mendez et al (1994), definiu como “som” todos os sinais acústicos que produzem ao receptor sensações agradáveis e “ruído” como aqueles que provocam sensações desconfortantes. Os ruídos podem ser classificados de três tipos: ruído aéreo, o som transmitido pelo ar; ruído sólido, transmitido por corpos sólidos; e ruído de impacto, transmitido por vibrações nos elementos da edificação.

Os ruídos existentes em um ambiente interno podem ser decorrentes de atividade externas ou de atividades internas à edificação. Os principais elementos da edificação responsáveis pela transmissão de ruídos aéreos para o interior de um ambiente são janelas, portas, paredes, pisos, tetos, frestas e/ou fendas existentes nas superfícies que compõem o ambiente. As vibrações de sólidos e impactos são transmitidas diretamente sobre uma estrutura e provocam posteriormente a vibração

do ar. Vibrações são normalmente associadas a movimentos de máquinas e fricções. (Souza, et al 2013).

O ambiente construído fechado, com sua função básica de abrigo e pelo fato de se apresentar hemático, delimitado por materiais rígidos, constitui muitas vezes a causa primária das dificuldades de acústica, se tornando o aspecto físico de maior complexidade do ambiente. (Schmid, 2005).

O som pode sofrer interferências ambientais que resultam na distorção da sua propagação ocasionando o som indesejável. Através da dissipação da energia sonora influenciada pela ação do vento e da variação da temperatura, resulta em um deslocamento das ondas sonoras e alteração do nível. (Almeida, 2009).

O conforto acústico de edificações habitacionais, antes considerado como algo subjetivo, torna-se cada vez mais mensurável e interpretativo através de medições e avaliações do desempenho acústico. O conforto acústico passa a ter importância ao usuário final da edificação com a evolução e racionalização do processo construtivo dos projetos arquitetônicos no país. Esta evolução, aliado ao crescimento da tecnologia de materiais e sua aplicabilidade incorreta interfere diretamente na qualidade acústica final das edificações multifamiliares.

Neste contexto, foi encontrado como parte do que concerne o desempenho das edificações, em questões de habilidade nos requisitos acústicos, que existem no Brasil, normativamente desde 1987, através da NBR 10152, o estabelecimento dos níveis de ruído máximos admissíveis nos ambientes segundo o tipo de uso. Entretanto, esta é uma norma que parecia ser ignorada pelo mercado da construção civil, mas acabou ganhando força a partir da norma NBR 15575, que definiu os níveis de atenuação ou transmissão de ruídos e de ruídos aceitáveis através do desempenho dos sistemas construtivos das edificações habitacionais.

Segundo Correia (2009), o conforto acústico de uma habitação reflete a qualidade final do projeto arquitetônico. A propagação do ruído em uma edificação

exige soluções e controle dos seus efeitos nocivos sobre a qualidade de vida dos habitantes. As exposições prolongadas ao ruído podem resultar em danos psicológicos e físicos entre outros podendo afetar o desempenho das atividades cotidianas no ambiente da edificação.

As decisões tomadas na fase de projeto de uma edificação reflete no desempenho acústico final. O profissional arquiteto deve levar em consideração a combinação de aspectos como relações de densidade e proximidade entre unidades, tipologias adotadas, local de implantação disposições internas dos cômodos, escolha dos materiais, componentes e suas superfícies, atividades desenvolvidas nos ambientes, nível de sigilo exigido nos compartimentos, existência de frestas nos fechamentos sendo em grande parte responsável pelo desempenho acústico das edificações. (Borges, 2013)

Assim, a interferência no conforto acústico final do usuário da edificação está vinculada à fonte de ruído, que muitas vezes pode ser identificada na fase de estudo preliminar do projeto arquitetônico. O estudo preliminar, além de demonstrar os futuros impactos da edificação ao seu entorno, capta e avalia as potenciais interferências na sua implantação e idealização, identificando assim, as potenciais interferências externas de níveis sonoros como vias de grande tráfego e outras fontes poluidoras de ruídos.

Nas grandes cidades e capitais urbanas como Fortaleza – CE, o grande desenvolvimento do mercado imobiliário, exige uma grande produção de projetos arquitetônicos onde podem ser negligenciados o item acústica. A relevância acústica de ruídos externo e interno adequados à função e finalidade do ambiente resulta na privacidade e conforto interno dos ambientes podendo refletir também no incômodo sonoro entre habitações de pavimentos horizontais e verticais.

Para Fernandes (2002), os altos níveis de ruído urbano têm se transformado, nas últimas décadas, em uma das formas de poluição mais preocupantes e que atingem o maior número de pessoas.

Para o desenvolvimento de qualquer projeto arquitetônico, o local é o parâmetro inicial, em função do qual são levantados dados, analisadas as potencialidades, o contexto e as alternativas para o projeto. Identificar os sons e as atividades que interferem no projeto, bem como o projeto se insere no local sem prejudicá-lo acusticamente, requer o levantamento e a análise de dados relacionados às atividades e à ocupação do solo, à localização e às características das ruas, estradas e vias, a conformação topográfica, ao posicionamento e às características de edificações vizinhas, às áreas diretamente sensíveis ao projeto e às eventuais características que possam se relacionar ao ambiente. (Souza, et al 2013)

Rougeron (1977) cita as formas de transmissão da energia sonora de um local ao outro. Primeiramente através dos fechamentos que os separam sendo está por via direta; pelas paredes e fechamentos adjacentes, quando o isolamento próprio é insuficiente sendo está uma via indireta de transmissão; e eventualmente através de dutos e canalizações que passam pelos locais, ou seja, outra forma indireta de transmissão.

Para Gerges (2000) as características dos materiais para o isolamento acústico podem ser estabelecidas através da perda de transmissão e da diferença de nível. Para ele perda de transmissão é a relação logarítmica entre a energia sonora transmitida e a energia sonora incidente em uma parede. Já a diferença de nível é o resultado da redução do ruído depois do uso de algum dispositivo isolador.

Resultados

As medições acústicas realizadas no dia 12 de março de 2014, para este estudo contempla uma edificação multifamiliar pronta não habitada. Porém o empreendimento contempla 02 (duas) torres, possuindo um pavimento subsolo único, um pavimento térreo e 20 (vinte) pavimentos tipo contendo 04 (quatro) apartamentos cada, perfazendo um total de 160 (cento e sessenta) apartamentos e 01 (uma) loja no pavimento térreo.

A edificação estudada foi executada em estrutura de pilares e vigas em concreto armado com laje nervurada de 21 cm com mesa de 4 cm. O contrapiso de 7,5 cm recebe um acabamento em porcelanato 60 x 60 x 1cm aproximadamente. As vedações externas são de bloco de concreto de 12 cm de largura com uma camada de 1cm de gesso pela face interna e 5 cm de argamassa mais 1cm de cerâmica pela face externa.

Para reduzir o número de ensaios, visto que a edificação não possui variações substanciais de sistemas, optou-se por analisar o que se acreditou serem os piores casos, definidos previamente de acordo com planta geral fornecida pela construtora.

- Deste modo constaram os seguintes ensaios:
- Isolamento de ruído aéreo de paredes entre cozinha e dormitório A
- Isolamento de ruído aéreo de pisos entre dormitório A e dormitório B
- Isolamento de ruído aéreo de fachada
- Isolamento de ruído de impacto entre dormitório A e dormitório B

1. Isolamento acústico a ruído aéreo entre recintos:

1.1 Medição de isolamento de ruído aéreo de paredes entre cozinha e dormitório A

Foi utilizada a metodologia de medição descrita na ISO 140-4:1998 que se baseou na emissão de ruídos de uma fonte sonora omnidirecional na cozinha, e na medição dos níveis de pressão sonora em ambos recintos (emissor e receptor) através de um elemento separador vertical, um sistema composto de uma parede de bloco cerâmico de 9 cm revestida com 1 cm de cerâmica aderida a um emboço de 5 cm na face da cozinha e de 1 cm de reboco de gesso pela face do quarto de área igual a 7,10m². O recinto emissor (cozinha) possui um pé direito de 2,40m e uma área de piso de 16,80m² originando um volume total aproximado de 40,3m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 31° e umidade relativa do ar de 79% no ambiente. O recinto receptor (dormitório A) possui um pé direito de 2,40m e área de piso de 17,70m², originando um volume total aproximado de 41,20m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 29,2° e umidade relativa do ar de 72% no ambiente. A diferença entre os níveis, com uma correção devido às condições acústicas do recinto receptor, proporcionaram a Diferença de níveis padronizada (Dnt), que foi convertida em um número único através da ISO 717-1 obtendo-se então a Diferença padronizada ponderada (Dnt,w) = **49 dB**.

Tabela 01 - Resumo Dormitório A / Cozinha

Recinto		Ap(m ²)	Pd(m)	V(m ³)	T(°C)	Ur(%)
Emissor	Cozinha	16,80 m ²	2,40 m	40,30 m ³	31,0°	79,0%
Receptor	Dormitório A	17,70 m ²	2,40 m	41,20 m ³	29,2°	72,0%
Elemento Separador	As(m ²)	Obs 1: Recinto não mobiliado e com piso em porcelanato. Obs 2: Presença de shaft na parede divisória.				
Parede	7,10m ²					

Ap = Área de Piso / Pd = Pé direito / V = Volume / T = Temp. Ur = Umidade rel. do ar/ As = Área de superfície

Fonte: Autor

1.2 Isolamento de ruído aéreo de pisos entre dormitório A e dormitório B

Foi utilizada a metodologia de medição descrita na ISO 140-4:1998 que se baseou na emissão de ruídos de uma fonte sonora omnidirecional no dormitório A, e na medição dos níveis de pressão sonora em ambos recintos (emissor e receptor) através de um elemento separador horizontal, um sistema composto de uma laje nervurada em concreto de 21 cm. O recinto emissor (dormitório A) possui um pé direito de 2,40m e uma área de piso de 17,7m² originando um volume total aproximado de 41,2m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 29,2° e umidade relativa do ar de 72% no ambiente. O recinto receptor (dormitório B) possui um pé direito de 2,40m e área de piso de 17,7m², originando um volume total aproximado de 41,2m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 28,9° e umidade relativa do ar de 71% no ambiente. A diferença entre os níveis, com uma correção devido às condições acústicas do recinto receptor, proporcionaram a Diferença de níveis padronizada (Dnt), que foi convertida em um número único através da ISO 717-1 obtendo-se então a Diferença padronizada ponderada (Dnt,w) = **53 dB**.

Tabela 02 - Resumo Dormitório A / Dormitório B

Recinto		Ap(m ²)	Pd(m)	V(m ³)	T(°C)	Ur(%)
Emissor	Dormitório A	17,7 m ²	2,40 m	41,2 m ³	29,2°	72,0%
Receptor	Dormitório B	17,7 m ²	2,40 m	41,2 m ³	28,9°	71,0%
Elemento Separador	As(m ²)	Obs 1: Recinto não mobiliado e com piso em porcelanato.				
Piso	7,40 m ²					

Ap = Área de Piso / Pd = Pé direito / V = Volume / T = Temp. Ur = Umidade rel. do ar / As = Área de superfície

Fonte: Autor

2. Isolamento acústico a ruído aéreo em fachadas

2.1 Isolamento de ruído aéreo de fachada

Foi utilizada a metodologia de medição descrita na ISO 140-5:1998 que se baseou na emissão de ruídos do ambiente exterior à fachada por uma fonte sonora posicionada como forma prevista em norma. A medição dos níveis de pressão sonora em ambos recintos (emissor e receptor) feita a uma distância de 2 metros da fachada e através de um elemento separador vertical, um sistema composto de fachada em bloco de concreto 12 cm revestido com 1 cm de gesso pela face interna e com emboço de 5 cm de argamassa e 1 cm de cerâmica pela face externa. Janela de correr de alumínio com vidro de 4 mm. No momento do ensaio marcava uma temperatura externa de 29,0° e umidade relativa do ar de 75% no ambiente. O recinto receptor (dormitório C) possui um pé direito de 2,40m e área de piso de 7,45m², originando um volume total aproximado de 17,9m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 29° e umidade relativa do ar de 71% no ambiente. A diferença entre os níveis, com uma correção devido às condições acústicas do recinto receptor, proporcionaram a Diferença de níveis padronizada (D2m,nT), que foi convertida em um número único através da ISO 717-1 obtendo-se então a Diferença padronizada ponderada (D2m,nT,w) = **23 dB**.

Tabela 03 - Resumo Dormitório C

Recinto		Ap(m ²)	Pd(m)	V(m ³)	T(°C)	Ur(%)
Emissor	Meio Externo	-	-	-	29,0°	75,0%
Receptor	Dormitório C	7,45	2,4	17,90m ³	29,0°	71,0%
Elemento Separador	As(m ²)	Obs 1: Presença de varanda com peitoril de alvenaria com teto reflexivo				
Parede	6,30 m ²					

Ap = Área de Piso / Pd = Pé direito / V = Volume / T = Temp. Ur = Umidade rel. do ar / As = Área de superfície

Fonte: Autor

3. Isolamento acústico a ruído de impacto

3.1 Isolamento de ruído de impacto entre dormitório A e dormitório B

Foi utilizada a metodologia de medição especificada na ISO 140-7:1998, que se baseou na emissão de ruídos através de impactos gerados por uma máquina de impactos padronizada no recinto superior (dormitório A), e medindo-se o nível de pressão sonora no recinto subjacente (dormitório B) através de um elemento separador horizontal, um sistema composto de uma laje nervurada em concreto de 21 cm. O recinto emissor (dormitório A) possui um pé direito de 2,40m e uma área de piso de 17,7m² originando um volume total aproximado de 41,2m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 29,2° e umidade relativa do ar de 72% no ambiente. O recinto receptor (dormitório B) possui um pé direito de 2,40m e área de piso de 17,7m², originando um volume total aproximado de 41,2m³. No momento do ensaio marcava uma temperatura de 28,9° e umidade relativa do ar de 71% no ambiente. A diferença entre os níveis, com uma correção devido às condições acústicas do recinto receptor, proporcionaram o Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado (L'nt,w) que foi convertida em um número único através da ISO 717-2 obtendo-se então o Nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado (L'nt,w) = **78 dB**.

Tabela 04 - Resumo Dormitório A / Dormitório B

Recinto		Ap(m ²)	Pd(m)	V(m ³)	T(°C)	Ur(%)
Emissor	Dormitório A	17,7 m ²	2,40 m	41,2 m ³	29,2°	72,0%
Receptor	Dormitório B	17,7 m ²	2,40 m	41,2 m ³	28,9°	71,0%
Elemento Separador	As(m ²)	Obs 1: Recinto não mobiliado e com piso em porcelanato.				
Piso	7,40 m ²					

Ap = Área de Piso / Pd = Pé direito / V = Volume / T = Temp. Ur = Umidade rel. do ar / As = Área de superfície

Fonte: Autor

Tabela 05 - Resumo de resultados

NBR 15575	Item	recinto emissor	recinto receptor	Resultado do ensaio	Requisito da NBR 15575	Atende
Parte 4 – Vedações verticais internas	Isolamento ao ruído aéreo	Cozinha	Dormitório A	Dnt,w = 49 dB	≥ 45 dB	S (M)
Parte 3 – Sistemas de pisos	Isolamento ao ruído aéreo	Dormitório A	Dormitório B	Dnt,w = 53 dB	≥ 45 dB	S (I)
Parte 4 – Vedações verticais externas	Isolamento ao ruído aéreo	Externo	Dormitório B	D2m,nT,w = 23 dB	≥ 20 dB (Classe I) ≥ 25 dB (Classe II) ≥ 30 dB (Classe III)	S N N
Parte 3 – Sistemas de pisos	Isolamento ao ruído de impacto	Dormitório A	Dormitório B	L'nT,w = 78 dB	≤ 80 dB	S (M)

S = Sim / N = Não / M = Mínimo / I = Intermediário / S = Superior

Fonte: Adaptado de relatório técnico da Bracústica

Conclusão

Após todas as medições e tabulação dos dados, percebeu-se que no caso estudado os critérios de desempenho acústico dos sistemas testados encontram-se em sua maioria dentro dos padrões exigidos pela norma de desempenho das edificações NBR 15575.

Tais sistemas, no modo que foram executados, suprem a princípio os requisitos acústicos, exceto quanto ao ensaio de fachada, que, pelas características da região de implantação do empreendimento deveria atender à classe II, pois nem se aplica à classe I - habitação localizada distante de fontes de ruído intenso de quaisquer naturezas - e nem à classe III - habitação sujeita a ruído intenso de meios de transporte e de outras naturezas.

Vale ressaltar que há elementos que podem gerar grandes interferências na qualidade do isolamento acústico, como: características climáticas que agem sobre o ar e seus movimentos. No período da medição acústica, o som pode sofrer distorções por gradientes negativos da direção do vento, comuns durante o dia onde o ar mais aquecido na região próximo ao solo causa deflexão do som e para a região superior sombra acústica. Assim próximo ao solo temos o gradiente positivo da direção do vento resultante que interfere na intensidade do som. Juntamente com o fato que, quanto maior a temperatura, maior será a velocidade de propagação da onda sonora no ar. Outra interferência de relevância é a tipologia e a forma da edificação em relação ao seu entorno. O empreendimento é composto por duas torres interferindo assim no campo acústico do local podendo resultar em sombra acústica ou intensificação do som. Elementos arquitetônicos da edificação como a forma geométrica projetadas nas sacadas e peitoris também podem resultar em reflexões do som externo para o interior da edificação. A suspicaz que a qualidade das esquadrias representa uma perda no isolamento direto do ambiente. Pequenas frestas ou orifícios de fechaduras permitem a passagem do som. Estes elementos necessitam uma análise com mais cautela pois deve ser o ponto mais crítico do sistema construtivo, do projeto arquitetônico e da construção em relação ao conforto acústico.

Referências

MITIDIERI FILHO, Cláudio Vicente. Avaliação de desempenho de componentes e elementos construtivos inovadores destinados a habitações: proposições específicas à avaliação do desempenho estrutural. São Paulo. 1998. 218p. Tese (Pós-Graduação em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

SOUZA, L.C.L. et al. Bê-á-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a Arquitetura. São Carlos: EdUFsCar, 2013.

BISTAFA, S.R. Acústica aplicada ao controle do ruído – 2º edição. São Paulo: Blucher, 2011.

SILVA, P.M. Ruído Urbano: modelo de previsão. Lisboa, Portugal, 1978.

MÉNDEZ, A. M. et al. Acustica Arquitectonica. Buenos Aires: Universidad del Museo Social Argentino, 1994.

ALMEIDA, G.T.L. Análise de soluções construtivas para a verificação de requisitos técnicos e acústicos em edifícios de habitação. Universidade Nova de Lisboa.Lisboa.2009.

SCHMID, A. L. A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005. 38 p.: il.; 23 cm.

CORREIA, C.M.P. Conforto termo - acústico de uma habitação de baixo custo. Orientador Milton Ferreira de Souza. São Paulo, 2009.

BORGES, R.M. Análise de desempenho termo e acústico de unidades habitacionais construídas no Conjunto Habitacional Benjamin José Cardoso em Viçosa – MG. Universidade Federal de Viçosa, MG, 2013.

FERNANDES, J. C. UNESP – Faculdade de Engenharia. Departamento de Engenharia Mecânica - Laboratório de Acústica e Vibrações - LAV. Acústica e ruídos. Notas de aula. Bauru, 2002

ROUGERON, C. Aislamiento acústico y térmico en la construcción. Barcelona, Editores Técnicos Asociados, 1977

GERGES, S. N. Y. Ruído - Fundamentos e Controle. Florianópolis: NR Editora, 2a Ed. Revista e Ampliada, 2000.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15575-1:2013
Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais.

_____. NBR 15575-3:2013 Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 3: Requisitos para os sistemas de pisos.

_____. NBR 15575-4:2013 Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 4: Requisitos para os sistemas de vedação vertical internos e externos.

_____. NBR 15575-5:2013 Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 5: Requisitos para os sistemas de cobertura.

_____. NBR 15575-6:2013 Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 6: Requisitos para os sistemas hidrossanitários.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 140-4:1998
Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms.

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

_____. ISO 140-7:1998 Acoustics -- Measurement of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 7: Field measurements of impact sound insulation of floors.

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

_____. ISO 717-2:2013 Acoustics -- Rating of sound insulation in buildings and of building elements -- Part 1: Impact sound insulation.

_____. ISO 16032:2004 Acoustics -- Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings -- Engineering method.