

# **AValiação DO RuÍDO DE IMPACTO EM EDIFICAÇÕES MULTIPAVIMENTOS COM LAJE NERVURADA**

Daniel Augusto de Moura Pereira (UFCG) danielmoura@ufcg.edu.br

## **Resumo**

A Norma Brasileira Registrada 15575-3/2013 estabelece novos padrões de qualidade para a construção de edifícios habitacionais, entre eles, os requisitos para a construção do sistema de pisos, a fim de se verificar o isolamento acústico do sistema do piso entre unidades autônomas. Nesse sentido, o objetivo desta pesquisa foi avaliar os níveis de ruído de impacto de 44 edificações de pavimentos múltiplos com laje nervurada. Os resultados mostraram que 84,1% dos casos analisados apresentaram um desempenho considerado mínimo, conforme indica NBR 15575-3/2013.

**Palavras-Chaves:** Ruído de Impacto; Edificações Multipavimentos; Laje nervurada.

## **1. Introdução**

A poluição sonora é um problema cada vez maior hoje em dia, exigindo ações e medidas de controle para eliminar ou minimizar os efeitos nocivos sobre o meio ambiente em geral. Portanto, a qualidade acústica de um ambiente é um fator crucial para o bem-estar e o conforto da população em geral.

Segundo Michalski (2016), nas grandes cidades e áreas urbanas, a poluição sonora é um problema importante. Ruído devido a tráfego, vizinhos, máquinas, indústrias, atividades comerciais e recreativas ou outras fontes incomoda e prejudicam a qualidade de vida. A exposição prolongada a altos níveis de ruído pode causar danos à saúde, desde efeitos psicológicos à perda auditiva. A Organização Mundial de Saúde (OMS) considera o ruído como o segundo maior agente causador de poluição, sendo superado apenas pela poluição do ar; portanto, há necessidade de novas tecnologias e métodos para minimizar os efeitos do ruído nos ambientes. O isolamento do ruído de impacto em pisos de edificações verticais é de grande interesse para garantir condições de habitabilidade e salubridade acústica em ambientes residenciais. Aquele ruído é produzido por impactos nos elementos da edificação, tais como a queda de objetos, que podem gerar incômodos nos usuários de ambientes adjacentes (LONG, 2006).

Níveis de ruído acima dos limites de tolerância causam, além de incômodos, interferências no desempenho de tarefas, na inteligibilidade da fala e no sono. De um modo geral, para os seres humanos, o ruído também afeta a saúde e o bem-estar, conforme preconiza a Norma Regulamentadora 15, do Ministério do Trabalho e Emprego, em seu

Anexo 1 e 2, que estabelecem limites de tolerância ao ruído contínuo e de impacto. A promulgação da versão atualizada da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) – (NBR) 15575/2013 – que versa sobre a qualidade e o desempenho de edificações habitacionais, indica que construtoras e empreiteiras devem construir com determinados requisitos que proporcionem condições satisfatórias de conforto acústico entre os pavimentos de edificações multifamiliares. Isso gera uma demanda por métodos de amortização de ruído de impacto em edificações residenciais multifamiliares, abrindo um vasto campo de pesquisa na área.

Uma edificação pode ser afetada por diversas fontes de ruído, internas – conversas, passos, rádio – ou externas à mesma, como, por exemplo, tráfego rodoviário. De maneira geral, para se obter um bom desempenho acústico intra-ambientes, busca-se reduzir a propagação de energia sonora de um ambiente para outro, por meio de pisos especiais, materiais resilientes, divisórias, etc. Nas últimas décadas, para a tomada de decisão sobre o tipo de sistema estrutural adotado nas construções de tais edifícios, tem-se aproveitado o desenvolvimento tecnológico do setor da construção civil. Neste sentido, a indústria da construção civil tem optado por estruturas mais flexíveis, esbeltas e diversificadas alternativas para a execução de elementos estruturais, como, por exemplo, para os elementos horizontais, o caso das lajes nervuradas.

Vale salientar que níveis de ruído acima dos limites de tolerância podem causar, além de incômodos, interferências no desempenho de tarefas, na inteligibilidade da fala e no sono, afetando, de um modo geral, a saúde e o bem-estar do ser humano. A exposição a ruídos por períodos prolongados, como os encontrados usualmente em edificações de múltiplos pavimentos (ruído hidráulico, ruído de impacto em pisos, etc.), pode causar diversos efeitos psicofisiológicos nos indivíduos, dentre eles, o estresse. Nesse sentido, o isolamento do ruído de impacto em pisos de edificações é de grande interesse para garantir condições de habitabilidade e conforto acústico em ambientes residenciais (SANTOS, 2013). Complementa-se ao supracitado o fato de ainda cumprir a norma vigente e evitar possíveis transtornos de ordem jurídica.

Nesse contexto, uma pergunta que deve ser feita é: o sistema de piso previsto no projeto arquitetônico atende os requisitos estabelecidos pela NBR 15575-3 aos ruídos de impacto? Logo, o objetivo deste artigo foi avaliar o ruído de impacto em edificações multipavimentos com laje nervurada.

## 2. Referencial Teórico

### 2.1 O agente ruído

Segundo Iida (2005), fisicamente, o ruído é uma mistura complexa de diversas vibrações, medido em uma escala logarítmica em uma unidade chamada de decibel (dB). Som e ruído são costumeiramente utilizados indiscriminadamente, mas, geralmente, som é definido como uma sensação prazerosa, enquanto o ruído é definido como um som indesejável.

Para Kroemer e Grandjean (2005), pode-se classificar o ruído em dois tipos: externo e interno. As mais importantes fontes de ruído externo são: veículos, obras e fábricas, e as mais variadas formas advindas da vizinhança. As fontes de ruído interno de maior expressão são as máquinas, ventiladores, motores, instalações de ar comprimido, moinhos, teares, serrarias e outros tipos de equipamentos. Ademais, em escritórios, quartos e salas, existe o ruído característico desse tipo de ambiente, proveniente de conversas, impressoras, calculadoras, campainhas, telefones, móveis sendo arrastados, bem como o ruído de passos.

De acordo com Giampaoli et al., (1999), a Norma de Higiene Ocupacional (NHO) 01 da Fundacentro e a Norma Regulamentadora (NR) do Ministério do Trabalho e Emprego – 15, em seu Anexo 1, classificam o ruído da seguinte maneira:

- Contínuo ou intermitente: todo e qualquer ruído que não se classifique como de impacto ou impulsivo;
- Impacto ou impulsivo: aquele que apresenta picos de energia acústica de duração inferior a 1 segundo a intervalos superiores a 1 segundo.

Já Silva (1997, p.20) classifica os ruídos quanto à variação no tempo e os divide em:

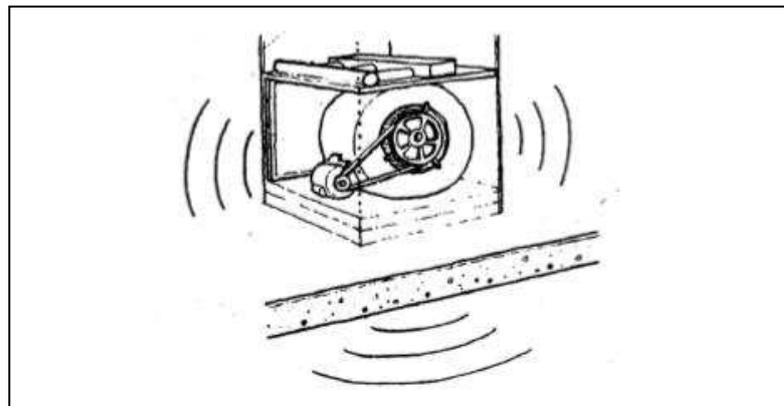
- Contínuo: aquele com flutuação de nível de pressão sonora pequena, que pode ser desprezada dentro do período de observação;
- Intermitente: aquele cujo nível de pressão sonora cai bruscamente ao nível do ambiente, várias vezes, durante o período de observação, desde que o tempo em que o seu nível se mantenha com o valor constante, diferente daquela do ambiente, e seja da ordem de grandeza de um segmento ou mais;
- De fundo: todo e qualquer ruído que esteja sendo captado e não seja proveniente da fonte objeto das medições.
- Impulsivo: é o que consiste em uma ou mais explosões de energia acústica, tendo cada uma com duração menor do que cerca de um segundo.

A NBR 15575-3/2013, por sua vez, define ruído de impacto como sendo um som oriundo pela percussão de um corpo sólido e que é transmitido através do ar.

## 2.2 Ruídos em edificações multipavimentos

Os ruídos gerados nas edificações de múltiplos pavimentos podem ser originados de distintas fontes e são classificados como ruído aéreo ou ruído estrutural. O aéreo é aquele que tem sua origem no ar e se transmite através do piso e paredes do prédio entre os distintos ambientes. O estrutural é originado por vibrações devido a impactos e/ou excitações dinâmicas de naturezas diversas (excitações periódicas), em algum componente da edificação. As superfícies das edificações trabalham como amplificadores dos sons gerados por vibração; o impacto ou a vibração pode não gerar ruídos individualmente, mas, se a fonte estiver conectada a uma parede, por exemplo, o ruído é amplificado devido à vibração produzida nela (MEHTA, 1999). O ruído de impacto, objeto de avaliação deste estudo, enquadra-se dentro do estrutural. De acordo com Ferraz (2008), a maioria das fontes produz tanto o ruído aéreo quanto o estrutural, como ventiladores, por exemplo, que geram ruído aéreo, enquanto suas vibrações geram o ruído estrutural, como ilustra a Figura 1.

**Figura 1** - Fonte que produz ruído aéreo e de impacto

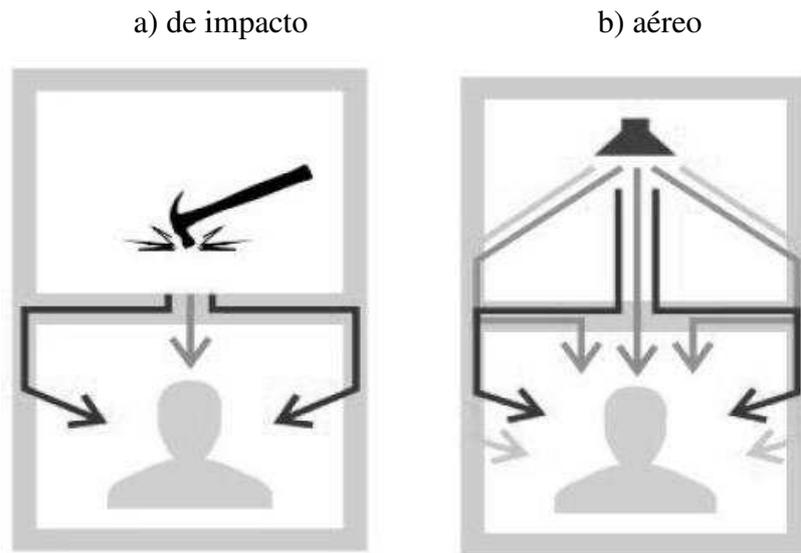


Fonte: Mehta (1999).

A Figura 2, por sua vez, ilustra a forma de transmissão do ruído de impacto (a), e a (b) ilustra a forma de transmissão do ruído aéreo.

**Figura 2** – Forma de transmissão do ruído





Fonte: Pierrard e Akkerman (2013).

Ainda segundo Pierrard e Akkerman (2013), a transmissão do ruído de impacto entre duas unidades habitacionais sobrepostas ocorre através do próprio sistema de piso, que é uma via de transmissão direta, e através dos elementos laterais ou paredes, que são quatro vias de transmissão indireta. Já a transmissão do ruído aéreo ocorre também através de uma via de transmissão direta, que é o próprio piso, porém são agora duas vias de transmissão indireta, que são os elementos laterais ou paredes.

De acordo com Almeida et al., (2006), a forma de tratamento para reduzir ruídos varia com o seu tipo e as fontes de ruído, que podem ser propagadas tanto sob a forma de ruídos aéreos quanto de ruídos transmitidos por vibrações de sólido por impacto. Por exemplo: um material isolante aplicado sobre uma parede reduz o nível sonoro transmitido para outro ambiente, e um material absorvente aplicado sobre a mesma parede regulam a quantidade de absorção do som dentro do próprio ambiente.

### 2.3 Desempenho acústico do edifício habitacional

De acordo com Michalski (2011), o comportamento acústico do edifício habitacional deve proporcionar conforto e privacidade acústica aos seus usuários, através tanto do isolamento sonoro adequado entre ambientes do próprio edifício, como do isolamento sonoro adequado dos fechamentos externos com relação aos ruídos aéreos provenientes de fontes externas à habitação. Ou seja, o edifício deve atenuar a propagação do som produzido e transmitido via ar ou estrutura devido a ruídos internos ou ruídos de impactos ou de equipamentos. Neste sentido, a NBR 15575-3 visa alavancar tecnicamente a qualidade

requerida e a oferta de moradias, ao estabelecer regras para avaliação do desempenho de imóveis habitacionais, auxiliando nas análises que definem o financiamento de imóveis e possibilitando adequações nos procedimentos de execução, uso e manutenção dos imóveis. A Parte 3 da ABNT NBR 15575 trata do desempenho do sistema de pisos, destinados para área de uso privativo ou de uso comum, com a inclusão dos elementos e componentes. A segurança em uso de um sistema de piso é um requisito que cada vez mais tem atraído a atenção da comunidade técnica relacionada à produção do ambiente construído.

A NBR 15575-3 considera dois tipos de isolamento: o isolamento de ruído de impacto no sistema de piso (caminhamento, queda de objetos e outros) e o isolamento de ruído aéreo (conversas, som proveniente de TV e outros). Os valores normativos para o isolamento de ruído de impacto são obtidos por meio de ensaios realizados em campo para o sistema construtivo. Neste sentido, ela referenda dois métodos para avaliar o sistema construtivo: método de engenharia – realizado em campo – e método simplificado de campo. O método da engenharia determina, em campo, de forma rigorosa, o nível de pressão sonora de impacto padrão em sistema de piso entre unidades autônomas, caracterizando de forma direta o comportamento acústico do sistema. O método de avaliação é descrito na norma ISO 16283-2:2013. Já o método simplificado permite obter uma estimativa do isolamento sonoro de ruído aéreo e o nível de pressão sonora de impacto padrão em sistema de piso, em situações nas quais não se dispõe de instrumentação necessária para medir o tempo de reverberação, ou quando as condições de ruído ambiente não permitem obter este parâmetro.

Devem ser avaliados os dormitórios da unidade habitacional selecionada e escolher um dos métodos de avaliação supracitados para a determinação dos valores do  $L'_{nT,w}$ . As medições devem ser executadas com portas e janelas fechadas, tais como foram entregues pela empresa construtora ou incorporadora. A avaliação deve considerar o sistema de piso, conforme entregue pela empresa construtora. O anexo “E” da Norma NBR 15575-3 indica valores para classificar o desempenho acústico de ruído de impacto oferecido pelos pisos, a saber: (M) mínimo; (I) Intermediário e (S) superior, sendo que o valor mínimo (M) é o valor exigido. Os valores mínimos de desempenho do sistema de piso avaliado são indicados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Critério e nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado

Elemento	$L'_{nT,w}$ (dB)	Nível de desempenho
Sistema de piso separando unidades habitacionais autônomas posicionadas em pavimentos distintos	66 a 80	M
	56 a 65	I
	$\leq 55$	S
Sistema de piso de áreas de uso coletivo (atividades de lazer e esportivas, <i>como home theater</i> , salas de ginástica, salão de festas, salão de jogos, banheiros e vestiários coletivos, cozinhas e lavanderias coletivas) sobre unidades habitacionais autônomas	51 a 55	M
	46 a 50	I
	$\leq 45$	S

**Fonte:** Adaptado de NBR 15575-3 (2013).

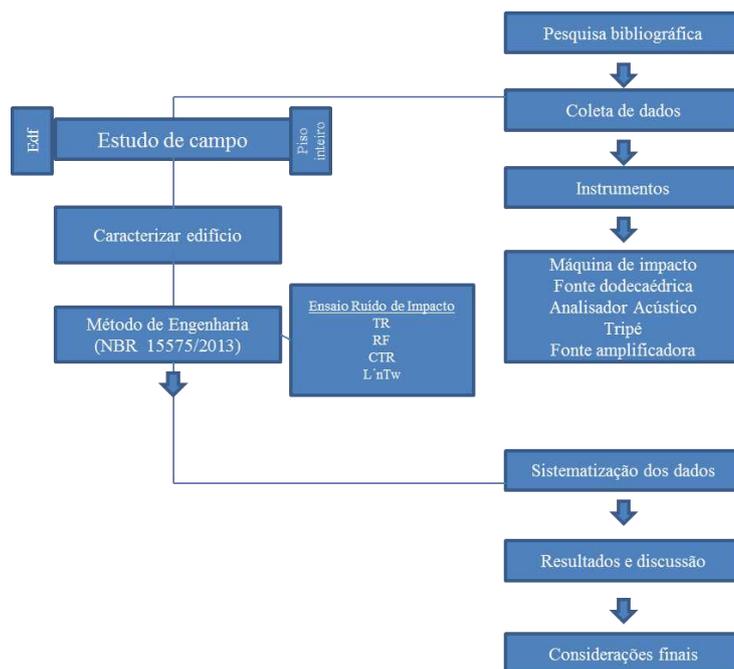
### 3. Metodologia

Esta pesquisa é classificada como quantitativa, do tipo descritiva. A pesquisa quantitativa traduz em números, pela utilização de técnicas estatísticas, as opiniões e informações para serem classificadas e analisadas. O estudo descritivo exige do pesquisador uma série de investigações sobre o que se deseja estudar e pretende descrever os fatos e fenômenos de uma determinada realidade com exatidão (TRIVIÑOS, 1987, p.110).

O modelo que foi utilizado nesta pesquisa é o estudo de caso, que, apesar de não permitir generalizações, permite conhecer melhor a situação que se quer estudar, possibilitando, ainda, segundo Godoy (1995b, p.25), a investigação do fenômeno que se quer estudar dentro do seu contexto real, utilizando-se múltipla fonte de evidências.

A Figura 3 ilustra o método utilizado para desenvolver esta pesquisa.

**Figura 3** – Esquema do método utilizado para realização da pesquisa



**Fonte:** O autor

Os dados desta pesquisa foram coletados de agosto de 2016 até junho de 2017 em 11 grandes construtoras localizadas na cidade de João Pessoa – PB. Foram realizados 44 testes de ruído de impacto em diferentes edifícios das construtoras supracitadas. Nos testes foram coletadas as seguintes informações: estado atual do edifício – se ocupado (habitado), desocupado (edifício pronto, mas não habitado) ou em construção; materiais construtivos; tipo de laje; espessura de contrapiso; tipo de revestimento; dimensões dos ambientes (das câmaras) de emissão e recepção; pé direito; tipos de esquadrias e portas; tipo de forro; e distância entre o forro e a laje estrutural

Para realizar os ensaios foi utilizado o Método de engenharia, realizado em campo (item 12.2.1.1 NBR 15575-3, 2013) e foram utilizados os seguintes instrumentos:

- Máquina de impactos padronizada B&K modelo 3207;
- Analisador de ruído B&K modelo 2270 colocado em altura variável - em conformidade com o pé direito da câmara de recepção e com o tipo de laje, uma vez que a distância entre o piso do pavimento superior e o microfone no pavimento inferior deve ser 1,0 m;
- Calibrador de analisador B&K;
- Fonte de ruído dodecaédrica B&K;
- Amplificador para fonte de ruído B&K;

Os resultados foram tratados, como indicado na ISO 717-2:2013, para se determinar o nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, ou o número global ( $L'_{nT,w}$ ), em dB, que representará o desempenho acústico de cada sistema, sempre comparando com o sistema de referência. O número global ( $L'_{nT,w}$ ) de cada sistema foi calculado a partir do confronto entre os resultados dos níveis de ruído de impacto padronizado e os valores de referência de suas respectivas curvas padrões, de acordo com o que se estabelece a ISO 717-2:2013. Dessa forma, foi possível classificar os diferentes sistemas de piso avaliados em campo e em laboratório, em função dos três níveis de desempenho (mínimo, intermediário e superior), conforme o enquadramento previsto na NBR 15575-3 (ABNT, 2013).

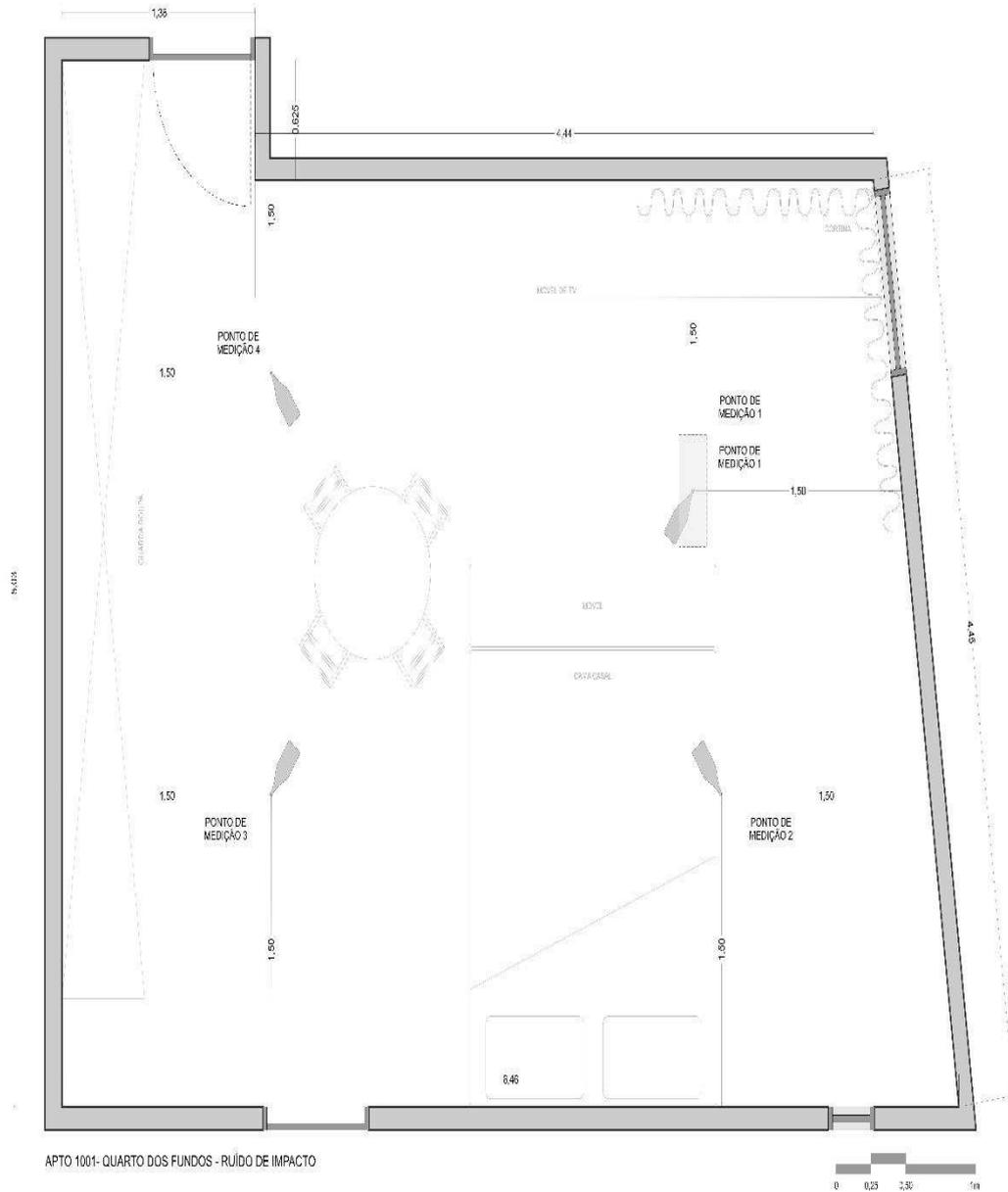
Para a sistematização dos dados coletados, utilizou-se o pacote estatístico SPSS e uma planilha dinâmica no *Microsoft Excel*. Esta planilha está dividida essencialmente em 5 partes: tabulação dos dados de reverberação, de ruído de fundo, de ruído de impacto, caracterização do nível global da amostra e gráfico comparativo do ambiente avaliado *versus* curva padrão.

#### **4. Resultados e discussão**

Para exemplificar como foram feitos os 44 testes de ruído de impacto nas edificações, segue o exemplo do Edifício B. Foram realizados dois ensaios no Edifício B com as seguintes características: revestimento de piso em porcelanato, contrapiso com espessura variável entre 6,0 e 7,0 cm; laje nervurada com espessura total de 26,0 cm, incluindo capa de concreto de 5,0 cm e pé direito de 2,3m. A Construtora do Edifício B não utilizava sistema de piso flutuante nos pisos de seus edifícios.

O apartamento avaliado no Edifício B estava em utilização. Logo, durante o ensaio de ruído de impacto, os ambientes (dormitórios) nas câmaras de recepção estavam mobiliados. As características técnico-construtivas observadas foram: forro de gesso, esquadrias (janela do tipo correr e/ou maxim-ar em alumínio com vidros) e porta em madeira prensada nos ambientes, fechadas, com exceção de bandeira da porta que era vazada, com temperatura ambiente em torno de 30 °C. O nível de ruído de fundo ( $L_{Aeq}$ ) medido entre os ensaios de tempo de reverberação e de impacto nos ambientes ensaiados foi de 40,0 dB(A). A Figura 1 ilustra o ambiente de recepção 1 do Edifício B. O ambiente de emissão 1 é o dormitório 1 do apartamento imediatamente acima do ambiente de recepção 1, com as mesmas dimensões e características do ambiente de recepção 1, contudo os ambientes de emissão não estavam mobiliados.

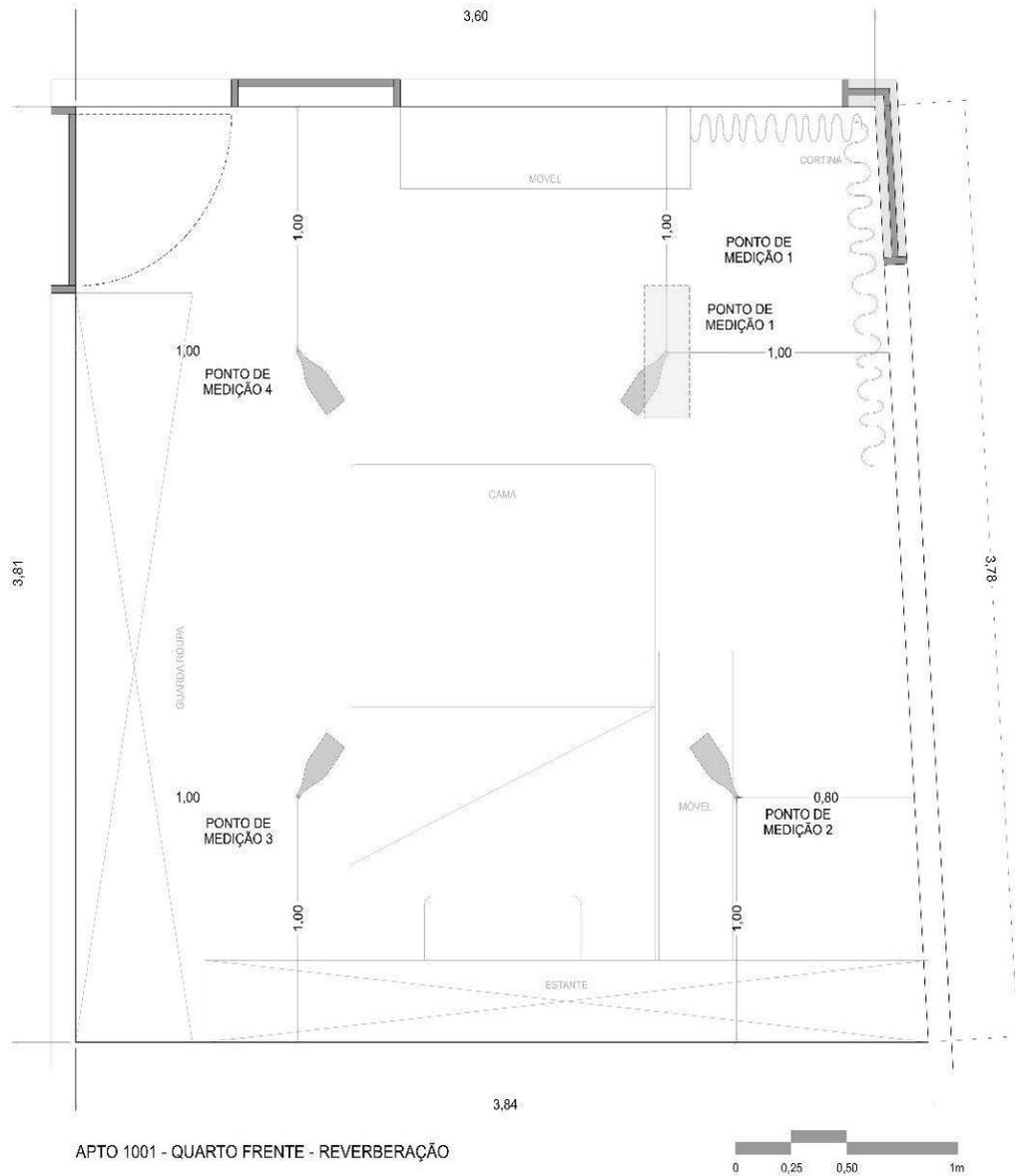
**Figura 1** - Ambiente de recepção 1 – Edifício B, cotas em metros



**Fonte:** Arquivo pessoal.

A Figura 2 ilustra o ambiente de recepção 2 do Edifício B. O ambiente de emissão 2, (sem mobiliário) é um segundo dormitório do apartamento imediatamente acima do ambiente de recepção 2, com as mesmas dimensões e características do ambiente de recepção 2.

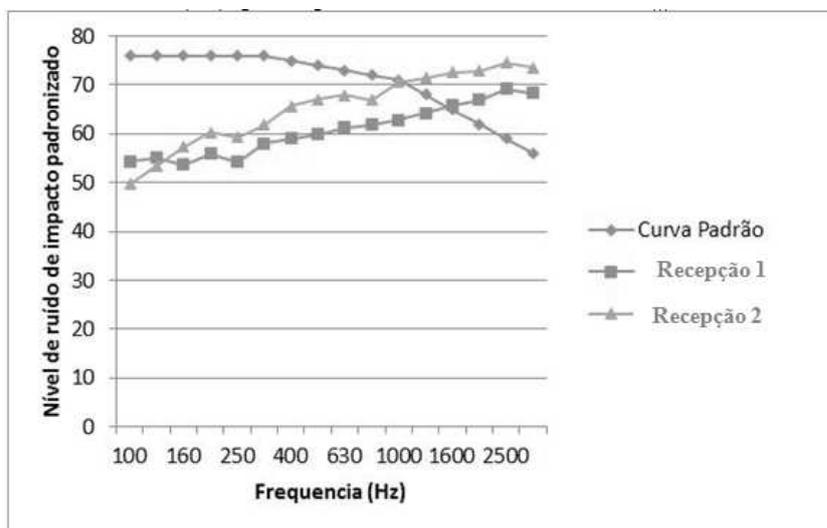
**Figura 2** - Ambiente de recepção 2 – Edifício B, cotas em metros



**Fonte:** Arquivo pessoal.

Os valores do  $L_{nT,w}$  (dB) obtidos nos ensaios do do Edifício B para o ambiente de recepção 1 foi 79 dB e, para o ambiente de recepção 2, foi 74 dB. O Gráfico 1 representa os valores de ruído de impacto padronizados em função da frequência (Hz) para o piso dos ambientes avaliados no Edifício B.

**Gráfico 1** - Valores de ruído de impacto padronizados em função da frequência (Hz), para o piso dos ambientes do Edifício B



Fonte: Arquivo pessoal.

Dos dois ambientes avaliados no Edifício B, ambos atingiram o limite de desempenho mínimo com 79 e 74 dB respectivamente, conforme a NBR 15575-3.

Analisando os dois ambientes do Edifício B, ambos atingiram o  $L_{nT,w}$  (dB) mínimo de desempenho (79dB e 74 dB respectivamente).

A Tabela 2 apresenta um sumário da estatística descritiva acerca das variáveis coletadas durante os 44 testes de campo. Dela é possível inferir que a menor área dos ambientes avaliados nos estudos de campo foi de 6,07 m<sup>2</sup> e a maior 34,07 m<sup>2</sup>. A menor distância entre forro e laje foi de 11 cm e a maior 42 cm. A variação da espessura de contrapiso entre as 44 amostras de campo se deu entre 2,5 cm e 7 cm. A espessura mínima de laje foi de 21 cm, e a máxima foi de 31 cm. O pé direito mínimo encontrado foi de 2,13m e o máximo de 2,57m. O valor mínimo de  $L_{nT,w}$  encontrado foi 63 dB e o máximo foi de 84 dB.

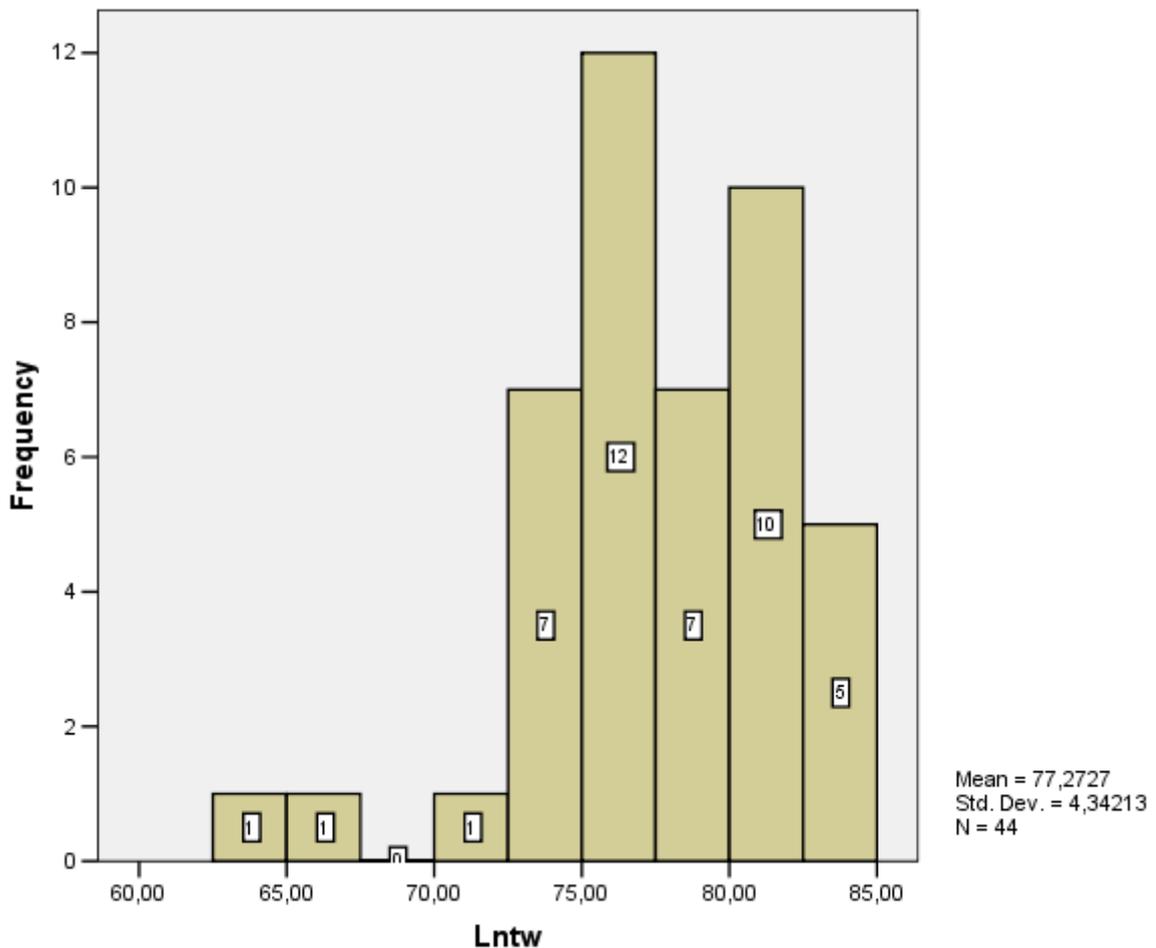
**Tabela 2** – Sumário descritivo dos estudos de campo para edificações com laje do tipo nervurada

	N	Mínimo	Máximo	Média	Desvio-Padrão
<b>Distância Forro/Laje</b>	44	11,00	42,00	20,1136	10,35243
<b>Espessura da Laje</b>	44	21,00	31,00	24,4773	2,48239
<b>Espessura do Contrapiso</b>	44	2,50	7,00	4,3864	1,05579
<b>Área dos ambientes</b>	44	6,07	34,70	11,0611	5,38577
<b>Volume dos ambientes</b>	44	14,57	79,10	26,1741	11,76475
<b>Pé direito dos ambientes</b>	44	2,13	2,57	2,4066	0,10067
<b><math>L_{nT,w}</math></b>	44	63,00	84,00	77,2727	4,34213

Fonte: o autor

O Gráfico 2 mostra o histograma da variável  $L_{nT,w}$ . Comparando os valores do Gráfico 1 com os limites estabelecidos pela NBR 15575-3 é possível perceber que 2 casos apresentaram desempenho intermediário, 35 casos apresentaram desempenho mínimo, representando e 7 casos tiveram desempenho acima do limite mínimo. Portanto, das 39 amostras analisadas estavam dentro do limite estabelecido pela NBR 15575-3/2013.

**Gráfico 2** – Histograma da variável  $L_{nT,w}$



**Fonte:** O autor

A Tabela 3 apresenta as frequências simples e relativa dos valores de  $L_{nT,w}$  das 44 amostras avaliadas. Dela, é possível perceber que 4,5% da amostra estão enquadrados nos limites de desempenho intermediário da NBR 15575-3/2013: 63 dB e 65 dB. É importante destacar que estas duas amostras tem características especiais que auxiliaram na redução da transmissão do ruído de impacto entre os pavimentos: a primeira tinha presença de sistema de

piso flutuante; a segunda tinha uma composição de “contrapiso especial” formado por argamassa de cimento Portland + agregado de manta asfáltica.

**Tabela 3** – Frequência Simples e relativa  $L_{nTw}$

		Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Valid	63,00	1	2,3	2,3	2,3
	65,00	1	2,3	2,3	4,5
	70,00	1	2,3	2,3	6,8
	74,00	7	15,9	15,9	22,7
	75,00	3	6,8	6,8	29,5
	76,00	5	11,4	11,4	40,9
	77,00	4	9,1	9,1	50,0
	78,00	2	4,5	4,5	54,5
	79,00	5	11,4	11,4	65,9
	80,00	8	18,2	18,2	84,1
	81,00	2	4,5	4,5	88,6
	83,00	2	4,5	4,5	93,2
	84,00	3	6,8	6,8	100,0
	Total	44	100,0	100,0	

**Fonte:** O autor

Da Tabela 3 ainda pode-se perceber que a maioria dos  $L_{nTw}$  encontra-se na faixa entre 70dB e 80 dB (79,6%), enquadrada como sendo de desempenho mínimo de acordo com a NBR 15575-3/2013. Ao somarmos os casos de desempenho intermediário, chega-se ao percentual de 84,1% de casos dentro do limite mínimo contra 15,9% (7 casos) acima do especificado pela norma supracitada.

#### 4. Considerações Finais

Esta pesquisa visou avaliar o ruído de impacto em edificações de multipavimento com com lajes nervuradas. Para tanto, foram realizados 44 testes de ruído de impacto em campo na cidade de João Pessoa com 11 diferentes construtoras.

Os resultados em campo indicaram que para 84,1% das amostras estudadas com laje nervurada apresentaram desempenho de  $L_{nTw}$  mínimo conforme a NBR 15575-3/2013. Dessas, 4,5% (2 casos) apresentaram desempenho intermediário. Vale salientar que o ganho na redução dos níveis de ruído de impacto se deu em função da utilização de sistema de piso flutuante e de um contrapiso especial, formado por uma argamassa de cimento portland + manta asfáltica de pneus. Isso reforça a importância da utilização dessas tecnologias para isolar o ruído de impacto entre as edificações. Por fim, 7 amostras (15,9%) tiveram valores de  $L_{nTw}$  acima do estabelecido pela NBR 15575-3/2013 e estudos complementares devem ser

realizados para descobrir as razões para o não atendimento ao limite mínimo especificado pela já referida norma.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. Guedes; BRAGANÇA, Luís; SOUZA, Léa C. L. **Bê-a-bá da acústica arquitetônica: ouvindo a Arquitetura**. São Carlos: EDUFSCAR, 2006.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 15575-3: **Edificações Habitacionais - Desempenho, requisitos para o sistema de pisos**. Rio de Janeiro, 2013.
- FERRAZ, R. **Atenuação de Ruído de Impacto em Pisos de Edificações de Pavimentos Múltiplos**. 2008. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Estruturas) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- GIAMPAOLLI et al. **Norma de Higiene Ocupacional – NHO-01: Avaliação da Exposição Ocupacional ao Ruído**. São Paulo: FUNDACENTRO, 1999.
- GODOY, A. S. **Introdução à pesquisa qualitativa e suas possibilidades**. Revista de Administração de Empresas, 35(2), 57-63, 1995.
- IIDA, I. **Ergonomia: projeto e produção**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2005. 360p.
- KROEMER, K. H. E.; GRANDJEAN, E. **Manual de ergonomia: adaptando o trabalho ao homem**. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2005.
- LONG, M. **Architectural Acoustics. Burlington**. São Paulo: Elsevier, 2006.
- MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. **Architectural Acoustics: principles and design**. New Jersey: Prentice Hall, 1999. 445p.
- MICHALSKI, Ranny Loureiro Xavier Nascimento. **Metodologias para medição de isolamento sonoro em campo e para expressão da incerteza de medição na avaliação do desempenho acústico de edificações**. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2011.
- PIERRARD, J. F.; AKKERMAN, D. **Manual Pro Acústica sobre a Norma de Desempenho**. 1. ed. RUSH Gráfica e Impressora Ltda., 2013.
- SANTOS, A. S. **Avaliação de placas cimentícias com resíduo de EVA quanto ao seu nível de isolamento acústico em sistemas de pisos flutuantes**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da UFPB, 129 pág. João Pessoa, 2013.
- TRIVIÑOS, A. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 1987. 175p