

ANÁLISE DE RELATÓRIOS DE ENSAIOS QUANTO AO ISOLAMENTO DE RUÍDO DE IMPACTO PADRÃO EM SISTEMAS DE PISOS DE EDIFICAÇÕES

MALVEZZI, Betina Fagundes Martins (1), LORENZI, Luciani Somensi (2); PRETTO, Márcia Elisa Jacondino (3)

(1) Engenharia Civil, UFRGS, betiinamartins@hotmail.com; (2) Professor Doutor, PPGCI/UFRGS, luciani.lorenzi@ufrgs.br; (3) Doutorado, PPGE/UFRGS, marciaejp@gmail.com

Resumo: Os ruídos nas edificações são uma das principais fontes de reclamação, e com a verticalização das mesmas os sistemas de piso tornaram-se fontes de transmissão de ruído e de conflito entre os moradores. Com advento da ABNT NBR 15575 isso ficou mais evidente e as construtoras e incorporadoras começaram a fazer ensaios para conhecer o desempenho acústico de seus sistemas construtivos, em especial o sistema de piso. Com essa demanda foram realizados ensaios para medir o desempenho acústico quanto ao ruído de impacto de sistemas de piso por diversas instituições de avaliação. Diante disso este trabalho tem como objetivo analisar os relatórios de ensaio de isolamento de ruído de impacto padrão em sistemas de pisos de edificações habitacionais quanto ao atendimento da ISO 140-7 e ABNT NBR 15575. O método de pesquisa utilizado neste trabalho baseou-se na meta-análise de dados do acervo técnico de instituições avaliadoras, sendo classificados quantitativamente e qualitativamente seguindo os requisitos estabelecidos nas normas citadas acima: introdução dos relatórios, definição do sistema construtivo e componentes, métodos e procedimentos de ensaio, equipamentos empregados, resultados obtidos e análises. Os resultados obtidos foram compilados e analisados permitindo observar que, da amostra utilizada para o estudo, nenhum dos relatórios cumpre com todos os requisitos estabelecidos nas normas. De maneira geral conclui-se que as instituições avaliadoras precisam rever seus protocolos, visto que os relatórios não atendem aos requisitos mínimos de representação dos resultados, de acordo com a norma de ensaio ISO 140-7 e da ABNT NBR 15575.

Palavras-chave: desempenho acústico, relatórios de ensaios, ruído de impacto de sistema de piso.

Área do Conhecimento: Aspectos Metodológicos de Desempenho Técnico – Características Tecnológicas de Desempenho.

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil do Brasil está em fase de mudança de seus requisitos de qualidade desde a aprovação e entrada em vigor da Norma de Desempenho, NBR 15575 (2103a). A referida norma trata do comportamento em uso das edificações, avaliando o desempenho de cada sistema que a compõe, de acordo com a função a que se destina e levando em consideração o meio de exposição. Segundo a NBR 15575 (2013b), o desempenho acústico do sistema de piso deve ser verificado considerando 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).

Para o estudo foi feita a análise de relatórios de ensaios de isolamento acústico ao ruído de impacto realizados em campo para sistemas de piso de edificações habitacionais multipisos. Foram avaliados os relatórios dos ensaios quanto ao atendimento dos critérios e requisitos de desempenho da NBR15575 (2013b), bem como quanto ao atendimento dos mesmos à norma de execução de ensaios em campo para sistema de pisos quanto ao ruído de impacto ISO 140-7. O objetivo deste trabalho é verificar a qualidade dos relatórios de ensaios acústicos de sistema de pisos de edificações, bem como o nível de atendimento dos laboratórios de avaliação de desempenho desses ensaios às normas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 NORMA DE DESEMPENHO

A NBR 15575 estabelece o desempenho mínimo (M) que deve obrigatoriamente ser atingido pelos diferentes sistemas que compõem a edificação. Em alguns casos são ainda indicados níveis de desempenho intermediário

(I) e superior (S), sendo estes de caráter não obrigatório quanto ao atendimento. A Norma recomenda que as avaliações de desempenho sejam executadas por empresas de tecnologia, laboratórios especializados, instituições de ensino ou pesquisa, profissionais de reconhecida capacidade técnica ou equipes multiprofissionais (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013a). Na NBR 15575 - Parte 1 (2013a) e Parte 3 (2013b), a seção 12 de cada parte é que estabelece os requisitos de desempenho acústico. Na parte 1 são relacionados os requisitos gerais de desempenho acústico e na parte 3 são apresentados os requisitos e critérios de desempenho acústico para o sistema de piso.

2.2 ACUSTICA NAS EDIFICAÇÕES

No Brasil os primeiros documentos que regulamentam e avaliam o ruído em áreas habitadas e os níveis de ruído para conforto acústico são as Normas ABNT NBR 10151 (2000) e ABNT NBR 10152 (1987). A ABNT NBR 10151(2000) “[...] fixa as condições exigíveis para avaliação da aceitabilidade do ruído em comunidades [...]” (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2000, p. 1) e a ABNT NBR 10152(1987) “[...] fixa os níveis de ruído compatíveis com o conforto acústico [...]”, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1987, p. 1). De acordo com Cornacchia (2009, p. 41), “É importante destacar que essas duas normas não estabeleciam níveis mínimos de isolamento sonoro dentro de unidades habitacionais”. Somente com a entrada em vigor da NBR 15575, foram estabelecidos os requisitos mínimos de desempenho para o isolamento sonoro das edificações habitacionais.

Depois de anos deixando de lado as questões referentes ao conforto acústico, o país tem que se adequar aos novos parâmetros destacados na NBR 15575. Souza (2006, p. 23) alerta que atualmente a preocupação acústica não é apenas uma questão de condicionamento acústico do ambiente, mas também de controle de ruído e preservação da qualidade ambiental. A questão acústica passou a ter mais importância do que até então, pois o número de fontes produtoras de ruído é cada vez maior, e as consequências desses ruídos para o homem são cada vez mais prejudiciais.

2.2 MÉTODOS PARA AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO ACÚSTICO

A NBR 15575 determina que sejam feitos ensaios em campo para avaliação dos sistemas construtivos, podendo ser realizados por dois métodos distintos, de engenharia e simplificado. A norma ainda ressalta que, o método mais preciso para avaliação é o de engenharia, devendo ser preferencialmente aplicado, (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013b). O desempenho acústico do sistema de piso deve ser verificado de forma diferente para cada tipo de ruído, aéreo e de impacto. Os métodos de ensaio e as normas técnicas são descritos à seguir.

2.2.1 Medição de isolamento ao ruído aéreo

Para a avaliação do isolamento ao ruído aéreo pelo método de engenharia a Norma de desempenho indica que devem ser seguidos os métodos descritos na norma de ensaios em campo (ISO 140-4), onde estabelece os métodos de medição em campo, para o isolamento sonoro de pavimentos, portas e paredes interiores de edificações. Essa norma especifica como devem ser feitas as medições de emissão de ruído aéreo em recintos, descreve os equipamentos que devem ser utilizados, como devem ser posicionados, como deve ser preparado o local do ensaio e como deve ser apresentado o relatório de ensaio. O método de medição é feita através da emissão de ruído em um ambiente, utilizando uma fonte sonora unidirecional, são medidos os níveis de pressão sonora no recinto emissor e no recinto receptor. Da diferença entre os níveis, com uma correção no recinto receptor segundo suas condições acústicas, é extraída a Diferença de níveis padronizada (Dnt), (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1998a). Utilizando o método da norma ISO 717-1 o parâmetro Dnt é então convertido em um número único, obtendo-se a Diferença padronizada de nível ponderada (Dnt,w), essa conversão é feita através de tratamentos matemáticos, (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1996). A NBR 15575 (2103b) estabelece que as medições devem ser realizadas com a edificação conforme é entregue pela construtora, com janelas e portas fechadas, e com o sistema de piso que será entregue ao usuário.

2.2.2 Medição de isolamento ao ruído de impacto

Na avaliação do isolamento ao ruído de impacto pelo método de engenharia a NBR 15575 (2013b) indica que devem ser seguidos os métodos descritos na norma de ensaios em campo ISO 140-7, Essa norma estabelece o método de medição, em campo, para o isolamento do ruído de impacto no interior de edificações. Para a

avaliação do desempenho do ruído de impacto deve ser utilizada uma fonte padronizada para a caracterização do ruído. O método de medição do ruído indica onde deve ser colocada a máquina de impacto, as dimensões das câmaras receptora e emissora de ruído, e, também, indica como devem ser posicionados os microfones na câmara receptora e como devem ser apresentados os resultados no relatório. A medição do nível de pressão sonora é feita em bandas de frequência no recinto receptor e o nível registrado é processado, com uma correção, segundo as condições acústicas do recinto receptor. Assim, pode ser obtido o nível de pressão sonora de impacto padrão (L'_{nt}), que por sua vez deve ser convertidos em um número único através da ISO 717-2 obtendo o nível de pressão sonora de impacto padrão ponderado ($L'_{nt,w}$), (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 1998b). A NBR 15575 (2013b) indica que as medições devem ser realizadas com a edificação conforme é entregue pela construtora, com janelas e portas fechadas, e com o sistema de piso que será entregue ao usuário.

3 MÉTODO

Foi utilizado o método da meta-análise, que visa extrair informações adicionais de dados pré-existentes através da união de diversos trabalhos e pela aplicação de análises quantitativas e qualitativas dos mesmos. A meta-análise possibilita combinar estudos realizados de forma independente (podendo ser extraídos de trabalhos não publicados) e extrair novas conclusões ou realizar uma síntese das mesmas.

3.1 ESTRATÉGIA DE PESQUISA

A estratégia da pesquisa buscou atender a análise crítica dos relatórios de desempenho acústico de sistemas de piso ao ruído de impacto quanto ao atendimento à norma de desempenho NBR 15575 - Parte 3. Para que fosse possível alcançar os objetivos deste trabalho foram traçadas algumas etapas para elaboração do trabalho:

- a) Leitura detalhada da norma de ensaios ISO 140-7 para obtenção total do entendimento de cada item que a compõe e do que é proposto e exigido pela mesma;
- b) Elaboração de uma planilha para análise quantitativa de todos os itens cobrados pela norma de ensaios ISO 140-7 para a realização dos relatórios de ensaio;
- c) Análise crítica do modelo de relatório exigido pela norma de ensaios ISO 140-7;
- d) Proposição e inserção de novos itens na planilha de análise que se julgaram necessários para a correta avaliação dos relatórios;
- e) Análise dos relatórios segundo o modelo de planilha proposto;

3.2 NORMA DE ENSAIO ISO 140-7

Quanto ao relatório de ensaio a norma preconiza que este deve indicar:

- a) A referência a presente parte da ISO 140;
- b) Nome do laboratório que realizou o ensaio;
- c) Nome e endereço do organismo ou pessoa que solicitou o teste (cliente);
- d) Data do ensaio;
- e) Descrição e identificação da construção e do ensaio realizado;
- f) Volume da sala receptora;
- g) Nível de impacto de pressão sonora normalizado L'_{nT} ou nível de impacto de pressão sonora normalizado L'_{nTW} , em função da frequência, conforme o caso;
- h) Breve descrição com detalhes do procedimento e dos equipamentos;
- i) Indicação dos resultados que devem ser considerados como limites da medição. Devem ser apresentados como L'_{nT} ou $L'_{nTW} \leq \dots$ dB; isto aplica-se se o nível de pressão sonora em uma banda qualquer não é mensurável, devido à ocorrência de ruído de fundo (acústico ou elétrico, conforme descrito anteriormente).
- j) Transmissão marginal (se medida) da mesma forma que L'_{nT} ; indicar também, o mais claramente possível, qual ou quais as componentes de ruído transmitido que se encontram incluídas nos valores da medição da transmissão lateral.

3.2.1 Elaboração da planilha para análise quantitativa dos relatórios

Para a elaboração da planilha de análise foi feito um estudo mais crítico dos dados quanto a expressão dos resultados nos relatórios. Esta análise é descrita posteriormente, indicando as considerações para cada item. Foram revistos os itens cobrados na norma e alguns foram separados em mais de um item para que fosse possível tornar a quantificação mais clara e direta. A seguir são descritos os itens da planilha conforme divisão feita. Junto de cada item, quando necessário, são feitas considerações sobre o que deve ser apresentado para o relatório de ensaio.

- a) Introdução:
- nome do laboratório que realizou o ensaio;
 - número do ensaio;
 - descrição do ensaio (apenas descrevendo do que se trata o ensaio (ex: Medição de campo do isolamento de ruído de impacto de sistema de piso);
 - nome da entidade ou pessoa que solicitou o ensaio (cliente);
 - endereço da empresa ou entidade que solicitou o ensaio (cliente);
 - local de realização do ensaio (endereço);
 - data do ensaio;
 - horário das medições;
 - objetivo do ensaio (descrição da finalidade do ensaio (ex: Avaliação do nível de pressão sonora de impacto para o sistema de piso ensaiado em campo);
 - referência a ISO 140-7.
- b) Definição do sistema construtivo e peças;
- descrição do ambiente de realização do ensaio;
 - indicação de como se encontra o ambiente (acabado ou não, habitado ou não, mobiliado ou não; indicar que o ambiente estava acabado, conforme determina a NBR 15575b);
 - volume da sala receptora;
 - tipo de estrutura (laje, vigas, pilares, ligações, etc) e fck do concreto; deve especificar o tipo de estrutura e suas características (fck do concreto, materiais, dimensões, engastes, execução)
 - tipo sistema de vedação vertical (alvenaria, concreto, metálica, madeira, drywall, esquadrias, etc); deve especificar o tipo de vedação vertical e suas características (materiais, dimensões, execução)
 - tipo de sistema de piso (laje, contrapiso, material acústico, reboco, revestimento de piso, gesso, etc); deve especificar o tipo de sistema de piso e suas características (materiais, dimensões, execução)
- c) planta baixa do local e croqui com detalhe do sistema construtivo; deve ser apresentada planta baixa do local de realização do ensaio e croqui com detalhamento do sistema construtivo.
- d) Método e procedimento de ensaio:
- breve descrição com detalhes do procedimento de ensaio;
 - detalhamento do posicionamento da fonte de impacto;
 - detalhamento do posicionamento da fonte sonora (Microfone);
 - apresenta o número mínimo de medições;
 - indicação do tempo de medição para cada posição do microfone;
 - faixa de frequência utilizada;
 - medição do tempo de reverberação (referência à ISO 354);
 - medição do ruído de fundo.
- d) Equipamentos:
- descrição de todos os equipamentos utilizados para a realização do ensaio;
 - número dos certificados de calibração dos equipamentos;
 - cópia dos certificados de calibração dos equipamentos.
- e) resultados:
- nível de impacto de pressão sonora padronizado L'n ou nível de impacto de pressão sonora padronizado ponderado L'nT, em função da frequência;
 - níveis de ruído de impacto, expressos em forma de tabela, em todos os níveis de frequência medidos, arredondados em decimais;
 - níveis de ruído de impacto, expressos em forma de gráfico, em todos os níveis de frequência medidos, arredondados em decimais;
 - resultados considerados como limites das medições, dados sob a forma de: L'n ou L'nT ≤ dB;
 - gráficos indicando os valores em decibels, em função da frequência, em escala logarítmica, usando: 5 mm para bandas de um terço de oitava e 20 mm para 10 dB;
 - indicação dos resultados que devem ser considerados como limites da medição devido a presença do ruído de fundo, apresentados como L'n ou L'nT ≤ ... dB (isto aplica-se se o

- nível de pressão sonora em uma banda qualquer não é mensurável);
- indicação da transmissão marginal (se medida) da mesma forma que L'n. Indicar também, o mais claramente possível, qual ou quais as componentes do ruído transmitido que se encontram incluídos nos valores da medição de transmissão marginal.
- f) análises:
 - breve descrição sobre o resultado encontrado;
 - tabela com os critérios de nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado da norma de desempenho (NBR 15575-3);
 - classificação do nível de desempenho do sistema de acordo com a NBR 15575.

No item de introdução foi inserido o número do ensaio por se achar importante para a melhor caracterização do mesmo, tanto para o laboratório de ensaio quanto para o cliente e para futuras análises do ensaio. Incluiu-se também o item de horário das medições que pode ser útil para análise dos resultados, podendo-se fazer observações quanto à presença de ruídos de fundo. O item de objetivo do ensaio foi inserido para que seja feita uma melhor introdução ao leitor do ensaio ao assunto abordado.

Em descrição do sistema construtivo e peças fez-se a separação em itens menores para facilitar a análise, a norma ISO 140-7 só indica que devem ser descritos e identificados os elementos de construção então a divisão ficou a cargo da interpretação das autoras. É importante que sejam corretamente definidos os sistemas de estrutura, vedação e piso, pois as diferentes formatações dos mesmos podem alterar a forma de procedimento de ensaio (como o posicionamento da máquina de impacto) e a sua apresentação no relatório de ensaio facilita o entendimento e análise do mesmo. Foi também inserido nessa parte o item de indicação de como se encontra o ambiente, pois observou-se que muitos ensaios são realizados com vedações provisórias em portas e janelas, não respeitando o requisito da norma de desempenho NBR 15575 (2013a) que diz que o ambiente deve estar acabado conforme deve ser entregue ao cliente.

Na parte de métodos e procedimentos de ensaio achou-se necessária a adição dos detalhamentos dos procedimentos de ensaio, pois na pré-análise dos relatórios observou-se que quando demonstrados os métodos e procedimentos utilizados para as medições muitos não seguiam corretamente o que está descrito na norma ISO 140-7. Na parte de equipamentos foram inseridos os itens que fazem referência aos certificados de calibração dos equipamentos, pois se julgou necessário para entender se os laboratórios fazem a calibração dos equipamentos conforme é solicitado na ISO 140-7. Para o item de resultados foram inseridos alguns requisitos cobrados no anexo D da ISO 140-7, que diz respeito à expressão dos resultados em forma de gráficos e tabelas. Também foi inserido um item que está apresentado na parte de expressão dos resultados e indica como devem ser montados os gráficos. O item de análises não é cobrado na ISO 140-7, porém identificou-se a necessidade da inclusão para melhor demonstração dos resultados dos sistemas avaliados. Também foram incluídos dois itens com referência a norma de desempenho NBR 15575, estes itens não fazem parte da ISO 140-7, visto que é uma norma internacional e é utilizada em diversos países e cada um adota valores diferentes de desempenho.

3.2.2. Método utilizado para a análise quantitativa

Para a análise quantitativa dos relatórios foram definidos três parâmetros de atendimento – notas – quantificados em 0, 1 e 2. O parâmetro 0 (zero) foi utilizado quando o relatório não apresentava nenhum dado sobre a informação ou quando a mesma estava informada erroneamente, classificado como não atende. A nota 1 (um) foi dada quando para o item não eram apresentadas todas as informações necessárias, classificado como atendimento parcial. Para alguns itens a quantificação 1 não foi utilizada por não ser possível seu atendimento parcial, como é o caso do item de identificação do volume da sala receptora. A nota 2 (dois) foi dada somente aos itens que foram atendidos totalmente.

4 RESULTADOS

Os ensaios utilizados para a elaboração deste trabalho foram fornecidos por laboratórios de avaliação de desempenho de edificações que estão atualmente prestando serviços ao mercado e abrangem oito laboratórios diferentes, de três estados brasileiros. Os testes de ruído de impacto de sistemas de piso foram realizados em cinco estados diferentes, em cidades distintas e em edificações residenciais. A totalidade de ensaios analisadas foi de 26 relatórios de ensaio e 71 amostras ensaiadas, isso porque alguns relatórios continham mais de uma amostra ensaiada. Vale ressaltar que segundo à NBR 15575 (2013b) o desempenho acústico do sistema de piso das edificações residenciais deve ser avaliado quanto aos requisitos de desempenho acústico ao ruído aéreo e de impacto, conforme descrito anteriormente.

Dentre os relatórios avaliados somente dois apresentavam a avaliação ao ruído aéreo do sistema, por isso o mesmo não foi avaliado no estudo. Os relatórios de ensaio avaliados foram realizados de 2006 a 2015. A NBR 15575 na sua versão atual está em vigor desde julho de 2013, porém em 2008 já apresentava sua primeira versão e o requisito mínimo de desempenho acústico para o sistema de pisos já era considerado. Levando isso em consideração, somente dois dos relatórios analisados são de 2006 e 2007. No quadro 1 é apresentada a divisão realizada dos ensaios – feita por laboratório de ensaio. O quadro serviu para a comparação e análise posterior dos relatórios de ensaio e dos laboratórios. Os ensaios realizados após a entrada em vigor da NBR 15575 estão marcados com asterisco (*).

Analisando separadamente os grandes itens de introdução, descrição do sistema construtivo e peças, método e procedimento de ensaio, equipamentos, resultados e análises podemos obter algumas conclusões. No item de introdução a maior parte dos relatórios apresenta boa pontuação, porém apenas dois obtiveram pontuação máxima considerada. Na introdução o item que apresenta menor atendimento entre todos os relatórios é o referente a indicação do endereço da entidade ou pessoa que solicitou o ensaio, este item está expresso na norma de ensaios ISO 140-7. Os outros itens apresentam em geral boa inclusão nos relatórios de ensaio.

Quadro 1 – Divisão dos relatórios de ensaio

Laboratórios	nº do Relatório	nº de Amostras	Ano Ensaio	Estado de Realização do Ensaio	Analisa Ruído Aéreo?
Lab.1	1	2	2006	SP	NÃO
	2	4	2007	SP	NÃO
	3	3	2008	SP	NÃO
	4	3	2008	SP	NÃO
	5	2	2009	SP	NÃO
	6	1	2009	SP	SIM
	7	1	2010	SP	SIM
	8	4	2010	SP	NÃO
	9	1	2011	SP	NÃO
	10	3	2012	SP	NÃO
Lab.2	1	1	2010	MG	NÃO
Lab.3	1	3	2011	SP	NÃO
	2	4	2011	SP	NÃO
	3	5	2011	SP	NÃO
	4	2	2011	SP	NÃO
	5	3	2012	SP	NÃO
	6	3	2013*	SP	NÃO
	7	6	2014*	SP	NÃO
Lab. 4	1	11	2013*	SC	SIM
Lab.5	1	1	2013*	SP	NÃO
	2	1	2013*	SP	NÃO
	3	1	2013*	SP	NÃO
Lab.6	1	1	2014*	SP	NÃO
Lab.7	1	1	2013*	PR	NÃO
	2	1	2015*	RS	NÃO
Lab.8	1	3	2013*	SP	NÃO

No grupo de descrição do sistema construtivo e peças a maior parte dos relatórios avaliados acabou ficando um pouco acima da média, porém nenhum relatório apresentou corretamente todos os itens cobrados, não obtendo assim a pontuação máxima desejada. A NBR 15575 indica que o ambiente de realização do ensaio deve estar conforme é entregue ao proprietário, porém muitos ensaios foram realizados com tapumes para vedação de vãos de portas e janelas e sem revestimentos nas paredes, por isso receberam nota zero neste quesito. Outro item cobrado expressamente na ISO 140-7 é o volume da sala receptora, porém essa informação não está presente na maioria dos relatórios analisados. O volume das peças tem influência nos valores de isolamento acústico encontrados para as edificações e deve ser considerado nas análises.

Quanto ao item referente ao tipo de estrutura a grande parte não apresentava muitas características da estrutura, descrevendo apenas a espessura da laje, sem informar tipo de estrutura, suas ligações, características do concreto e demais informações. As informações do sistema de vedação vertical não foram informadas por grande parte dos relatórios e somente quatro descreveram corretamente o sistema, indicando tipos de materiais utilizados e suas características. O sistema que melhor foi descrito nos relatórios de ensaio foi o de pisos, mesmo assim muitos laboratórios não apresentaram todas as características do mesmo, obtendo nota um na avaliação nesse caso. A NBR 15575 e a ISO 140-7 não estabelecem que seja inserida planta baixa do local de realização do ensaio e croqui com detalhe do sistema construtivo, porém muitos relatórios apresentavam algum desses dois itens, ou os dois. Na planilha também foi incorporado o número dos certificados de calibração.

Analisando relatórios de mesmo laboratório pode-se observar que o laboratório 3 apresentou melhorias nos requisitos cobrados para o item de equipamentos e o laboratório 7, que no relatório 1 obteve nota zero, obteve nota máxima no segundo relatório, tendo 100% de melhoria. Os laboratórios 1 e 5 não apresentaram melhorias dos requisitos cobrados para os equipamentos. No item de resultados a maior parte dos relatórios obteve nota média ou abaixo desta e nenhum obteve nota máxima. Todos os relatórios apresentam o resultado final do nível dados e do ambiente. De modo geral os relatórios deixaram muito a desejar no quesito descrição dos sistemas construtivos, independente do ano de realização dos mesmos, podemos perceber também que analisando os resultados para relatórios de mesmo laboratório tem-se muitas variações na forma de apresentação.

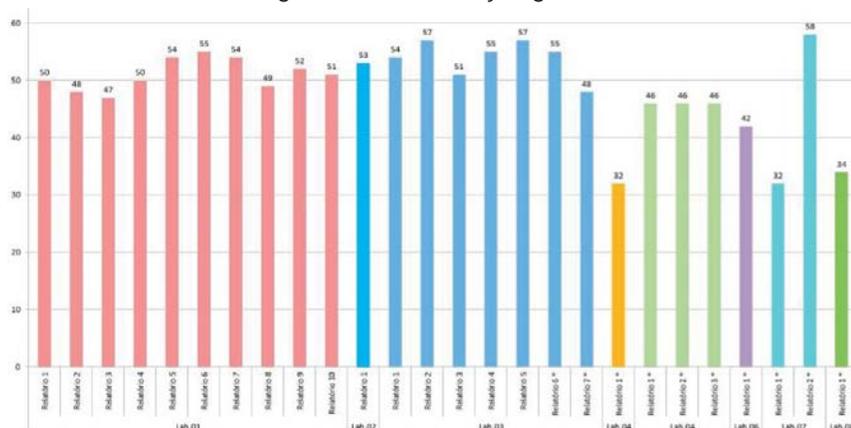
No grupo de métodos e procedimentos de ensaio a maior parte dos relatórios avaliados acabou ficando na média ou abaixo desta e quatro relatórios obtiveram pontuação zero neste item, não apresentando nenhuma informação sobre o mesmo. O item de descrição e detalhes do procedimento de ensaio, sendo considerado como um breve resumo do mesmo, é apresentado pela maior parte dos relatórios, assim como a descrição da faixa de frequência utilizada. Os itens referentes ao posicionamento das fontes de impacto e fonte sonora foi descrito corretamente em apenas um relatório de ensaio. Contudo ao se fazer a análise pode-se observar que o posicionamento da fonte de impacto utilizado não estava conforme o que é indicado na ISO 140-7. Quanto ao número mínimo de medições realizado, grande parte dos relatórios não indica ou, quando indica, o mesmo não está abaixo ao que é cobrado na ISO 140-7, obtendo nota zero para o item. Outros indicam que foi realizado o número mínimo, porém não deixam explícito o número de medições, sendo classificados com nota um. Sobre os tempos de medição para cada posição do microfone apenas um relatório apresentou, recebendo nota dois, todos os outros ficaram com nota zero. A medição do ruído de fundo e do tempo de reverberação é apenas comentada na maioria dos relatórios, recebendo nota um, apenas um deles apresenta os resultados das medições destes, recebendo nota dois. No geral os relatórios analisados não apresentam a informação quanto a descrição dos métodos e procedimentos de ensaio.

Na descrição dos equipamentos apenas um relatório obteve a nota máxima para o item e dois relatórios não apresentaram nenhum dos itens cobrados, obtendo nota zero. A descrição dos equipamentos utilizados foi feita corretamente na maioria dos relatórios, porém alguns não apresentavam todos os equipamentos utilizados, obtendo então nota um para o item. O requisito de demonstração da cópia dos certificados de calibração dos equipamentos foi o que foi menos apresentado nos relatórios, obtendo na maioria nota zero. Quanto ao item de pressão sonora ponderado para o sistema de piso ensaiado nem todos apresentam os níveis de pressão sonora expressos na forma de gráficos e tabelas. Alguns relatórios obtiveram nota um para a apresentação dos níveis de ruído de impacto na forma de gráfico pois não apresentavam os valores em decimais, como é cobrada a apresentação na ISO 140-7. Outro item em que grande parte dos relatórios obteve nota zero foi o de descrição dos gráficos indicando os valores em decibels, em função da frequência, em escala logarítmica, usando 5mm para bandas de um terço de oitava e 20 mm para 10 dB. Para este item a maioria dos relatórios apresentou os gráficos, porém utilizando outras medidas de eixo para representação dos mesmos. Os itens que fazem referência ao ruído de fundo e a transmissão marginal não foram apresentados em nenhum dos relatórios, ficando todos com nota zero nestes.

Quanto ao item de análise a maioria dos relatórios apresenta nota máxima, apresentado todos os itens avaliados, somente seis dos relatórios analisados possuem avaliação menor. É também observado que, mesmo muitos dos relatórios tendo sido realizados antes da atual versão da NBR 15575, esses apresentam classificação e referência aos mesmos. Isso pode ser explicado porque a versão anterior da norma já apresentava os requisitos de desempenho acústico considerados para o sistema de piso. Da classificação geral dos relatórios (Figura 1) pode-se observar que nenhum deles obteve a pontuação máxima para a avaliação e que seria esperada como resultado dessas análises visto que os laboratórios são certificados para a realização do ensaio. Alguns relatórios ficaram muito aquém dos resultados esperados, a pontuação mínima obtida foi de 32 pontos e a máxima 58 pontos, de um total de 78 pontos.

A pontuação mínima e máxima foram obtidas por relatórios de mesmo laboratório, sendo o relatório de menor pontuação datado em 2013 e o de maior pontuação em 2015, demonstrando melhorias na representação dos relatórios de ensaio da instituição. A mesma melhoria não pode ser observada no lab 1, visto que apresenta grande variação na representação dos ensaios e essa não apresenta dependência com o ano de realização do ensaio. O laboratório 3 apresenta significativo aperfeiçoamento com o passar do tempo, como pode ser observado na comparação da planilha de classificação geral e na tabela com as informações dos laboratórios.

Figura 1 – Classificação geral dos relatórios



De maneira geral pode-se constatar que os laboratórios não estão atingindo os requisitos mínimos de representação dos resultados, de acordo com a ISO 140-7 e a NBR 15575. Pode-se também observar que alguns ensaios apresentaram procedimentos de execução diferentes do que está descrito na ISO 140-7, demonstrando que estão despreparados para a realização dos ensaios.

5 CONCLUSÃO

Através do estudo realizado foi possível verificar o atendimento dos relatórios de ensaio de desempenho acústico de sistema de piso à NBR 15 575 (2013b) e a ISO 140-7. O trabalho constatou que, da amostra realizada, nenhum dos relatórios consegue cumprir todos os requisitos avaliados para o relatório de ensaio. Também se observou que, dos 26 relatórios avaliados, apenas dois relatórios apresentavam a avaliação do desempenho acústico para o ruído aéreo do sistema de piso. A NBR 15 575 (2013b) especifica que o sistema de piso deve ser avaliado quanto ao desempenho acústico ao ruído aéreo e ao ruído de impacto, então somente o atendimento do desempenho ao ruído de impacto não determina que o sistema tenha o desempenho adequado.

Apesar do fato de que a amostra é pequena e compreende um período de tempo grande (nove anos), pode-se verificar que os relatórios mais antigos apresentam uma pontuação superior a de relatórios elaborados após a entrada em vigor da NBR 15 575. Porém cabe ressaltar que a maior parte dos itens analisados são correspondentes a ISO 140-7, que já estava em vigor quando foram realizados os ensaios e deveria ser utilizada como base para todos. Conclui-se que os laboratórios analisados não estão totalmente preparados para a execução dos ensaios acústicos de impacto em sistemas de piso, devendo rever os conceitos dispostos nas normas NBR 15575 e ISO 140-7 para aprimorar suas análises. Vale ressaltar que todos os laboratórios avaliados são certificados para a realização dos ensaios.

6 REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.. NBR 10152: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- _____. NBR 15575a-1: edificações habitacionais – desempenho – parte 1: requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.
- _____. NBR 15575b-3: edificações habitacionais – desempenho – parte 3: requisitos para os sistemas de pisos. Rio de Janeiro, 2013.
- CORNACCHIA, G. M. M. Investigação in-situ do Isolamento Sonoro ao Ruído de Impacto em Edifícios. 2009.161 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. ISO 140-4 Acoustics - Measurement of sound insulation in buildings elements - Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms. 1998 a.
- _____.ISO 140-7. Acoustics - Measurement of sound insulation in building elements - Part 7 Field measurements of impact sound insulation of floors. 1998 b.
- SOUZA, L. C. L.de; ALMEIDA M. G. de; BRAGANÇA L. Bê á bá da acústica arquitetônica: ouvindo a Arquitetura. 1. ed. 2. reimpr. São Carlos: EdUFSCar, 2006. (reimpr. 2009).