

FIA 2020/22

XII CONGRESSO/CONGRESO IBEROAMERICANO DE ACÚSTICA
XXIX ENCONTRO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ACÚSTICA - SOBRAC

Florianópolis, SC, Brasil

Comparação da norma EN 12354 versões 2000 e 2017 aplicada às simulações de desempenho acústico em edificações

Fengler, B.¹; Rocha, R. R.²; Sá, K.³; Giner, J. C.⁴

^{1,2,3,4} GINER - Designing sound spaces, São Paulo, SP, Brasil. {barbara, raquel, karina, jcginer}@giner.com.br.

Resumo

Em 2017 a norma europeia EN 12354:2000, que descreve os métodos de cálculos para estimar o desempenho acústico de edificações a partir da performance acústica dos elementos, foi revisada. Desde então, a citada norma passou a ser considerada também uma norma internacional: ISO 12354:2017. Dentre suas principais alterações, a de maior notoriedade pode ser considerada a separação entre materiais Tipo A e B. Sendo esses materiais classificados de acordo com as características de transmissão sonora secundárias dos elementos, essa mudança da norma desencadeia a diferenciação das considerações e métodos de cálculos ao longo de todo o texto e partes da norma. Considerando essa e as demais modificações, o presente artigo tem como objetivo comparar os resultados de desempenho acústico de edificações obtidos através das duas versões da norma: a EN 12354:2000 e ISO 12354:2017. Para isso, a aplicação dos procedimentos de cálculo de ambas as versões da norma 12354 foi realizada a partir do *software* comercial SONarchitect ISO versão 3. Os parâmetros comparados são os descritos pela norma brasileira ABNT NBR 15575:2021 para vedações verticais externa (fachada) e interna (divisórias) e ruído aéreo e de impacto para sistemas de piso. As simulações foram realizadas com três modelos de uma mesma edificação, sendo alterados apenas os elementos construtivos: apenas com materiais Tipo A, apenas com materiais Tipo B e com ambos os materiais, o qual refere-se à edificação como foi construída. Os resultados simulados mostram que as maiores diferenças entre as duas versões da norma se dão quando todos os elementos do modelo são do Tipo A e B. Ainda, a maior variação do resultado em cada uma das composições é para ruído aéreo de sistemas de piso entre ambientes de volumes diferentes. Os resultados da simulação do modelo real foram comparados com as medições em campo realizadas na edificação construída. Os resultados mostram que os valores obtidos na simulação com a ISO 12354:2017 são mais exatos do que com a EN 12354:2000.

Palavras-chave: simulação, desempenho acústico, medições em campo.

PACS: 43.58.Ta; 43.55.Ka; 43.50.Yw; 43.55.Mc; 43.55.Ti.

Comparison of standard EN 12354 versions 2000 and 2017 applied to simulations of acoustic performance in buildings

Abstract

In 2017 the standard EN 12354: 2000, which describes the calculation methods to estimate the acoustic performance of buildings based on the acoustic performance of the elements, was revised. Since then, the standard has also been considered an international standard: ISO 12354: 2017. The most notorious change is the separation between Type A and Type B materials. These materials are classified according to the secondary sound transmission characteristics of the elements, this changes the norm result in the differentiation of considerations and calculation methods throughout the text and parts of the standard. Considering this and the other modifications, this article aims to compare the results of acoustic performance of buildings obtained through the two versions of the standard: EN 12354: 2000 and ISO 12354: 2017. For this, the application of the calculation procedures of both versions of the standard 12354 was carried out using the commercial software SONarchitect ISO version 3. The compared parameters are those described by the Brazilian standard ABNT NBR 15575: 2013 for vertical external element (facade) and internal (partitions) and air and impact noise for floor systems. The simulations were carried out with three models of the same building, with differences on the construction elements: only Type A materials, only Type B materials and both materials. The simulated results show that the biggest differences between the two versions of the standard happen when the elements of the model are Type A and B. Also, the biggest variation in the result in each of the compositions is for air noise of floor systems between ambient environments with different volumes. The results of the simulation of the real model are compared with the measurement and the results show that the simulation with the ISO 12354: 2017 have more accurate values.

Keywords: simulation, performance, fields measurements.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil, foi aprovada em 2013 a norma técnica NBR 15575 Edificações Residenciais – Desempenho [1] e revisada em 2021 [2]. A norma estabelece requisitos acústicos para ruído aéreo que devem ser atendidos por elementos de vedação vertical (externa e interna). Já os sistemas de piso devem estar de acordo com os critérios de ruído aéreo e de ruído de impacto. Todos esses requisitos são categorizados para atendimento ao desempenho mínimo (M), intermediário (I) e superior (S), sendo obrigatório pelo menos o atendimento ao desempenho mínimo. Para a maioria dos agentes da cadeia produtiva, a norma NBR 15575 [2] cria uma “boa competitividade”, uma vez que instiga o investimento em melhoria, desenvolvimento, tecnologia e sustentabilidade. Por outro lado, Corbioli [3] aponta uma estimativa de aumento no custo de produção, de 3 a 7%, dependendo do desempenho que se pretende atender: mínimo, intermediário ou superior. Segundo o estudo do SINAENCO [4], especialmente o aumento de custos e a necessidade de controles mais rígidos poderiam forçar uma espécie de “seleção natural” dos competidores do mercado.

Nesse sentido, existe a necessidade de economia por parte das construtoras. Para isso, a realização de simulações computacionais de desempenho de diversas disciplinas é uma boa prática para evitar futuros problemas, reclamações e despesas não previstas em orçamento. A procura e utilização de simulações de desempenho acústico para edificações habitacionais tem se tornado cada vez maior e vista como uma ferramenta fundamental para o desenvolvimento de novos projetos no setor da construção no Brasil.

Entretanto, as simulações computacionais, entre elas a de desempenho acústico, são em certo grau simplificadas e consideram condições ideais. Sabe-se, todavia, que podem existir incertezas associadas à execução da obra. É inevitável e natural que haja divergências entre os valores simulados e medidos em campo, após a execução, embora seja esperado que essa diferença seja mínima. Ainda, é necessário ressaltar que as metodologias empregadas nessas simulações de desempenho devem estar em constante desenvolvimento, a fim de obter resultados cada vez mais acurados. A exemplo disso, deve ser menci-

onada a revisão das normas ISO 12354, partes 1 a 3 [5–7], que apresentam a metodologia de cálculo para determinação do desempenho acústico de diversos sistemas.

As partes 1 a 3 da EN 12354 [8–10], foram revisadas e tornaram-se normas ISO [5–7] em 2017. Rosão e Silva [11] apontam que entre as alterações da nova versão da normativa, destaca-se a divisão dos elementos entre materiais Tipo A e Tipo B, sendo essa separação de acordo com o tempo de reverberação estrutural desses elementos. Além de outras revisões nas definições e procedimentos de cálculo apresentados, a divisão dos elementos acarretou revisões ao longo de todas as partes norma, visto que metodologias de cálculos foram diferenciadas a depender do tipo de elemento considerado. Desse modo, a consideração das transmissões por flancos sofreu também grandes alterações, visto que são utilizados fatores diferentes dependendo do tipo dos elementos que estão conectados.

Nesse sentido é natural que haja divergências de resultados dependendo de qual metodologia de cálculo será utilizada. O objetivo do presente estudo é justamente comparar os resultados obtidos por meio de simulações computacionais utilizando cada uma das versões da norma. Um mesmo modelo é utilizado para as simulações considerando apenas materiais Tipo A, apenas materiais Tipo B e considerando o modelo real de construção, no qual são utilizados elementos Tipo A e Tipo B. Com o modelo real, são comparados os resultados das simulações com ambas as metodologias de cálculo, EN 12354:2000 [8–10] e ISO 12354:2017 [5–7], e os resultados obtidos em medições em campo. Todas as simulações são realizadas com o *software* de simulação de desempenho acústico SONarchitect versão 3.1.11, no qual é possível escolher a versão da norma a ser utilizada como metodologia de cálculo.

2. METODOLOGIA

Uma mesma edificação residencial foi utilizada como estudo de caso para todas as etapas de análise do presente estudo. O projeto da edificação utilizada pode ser verificado na Figura 1. Nas seções a seguir serão apresentadas as metodologias utilizadas para as etapas de simulação e medição em campo, respectivamente. Os descritores de

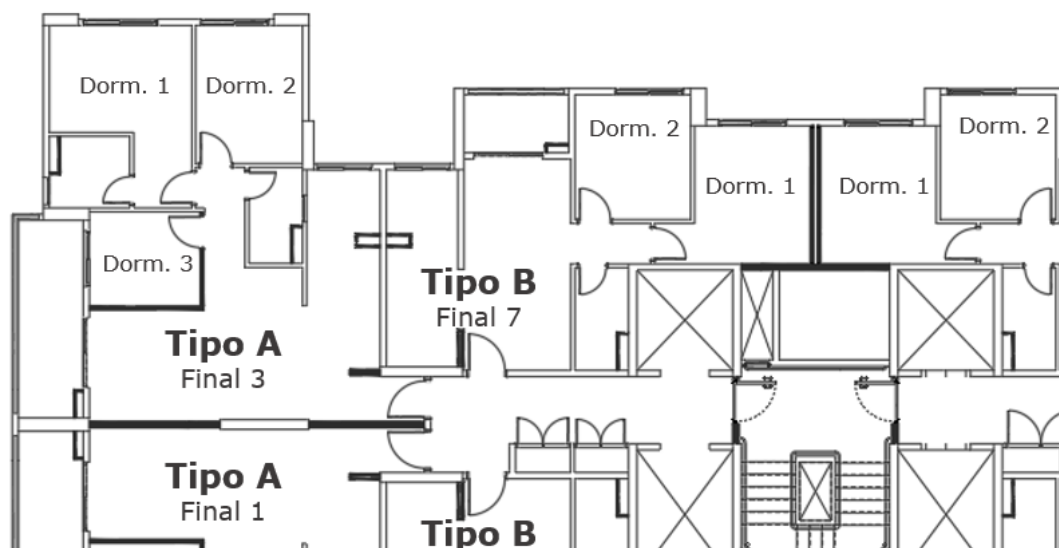


Figura 1: Projeto utilizado como estudo de caso.

desempenho acústico avaliados, tanto nas simulações quanto nos ensaios, são os indicados na normativa brasileira ABNT NBR 15575 [2]: avaliação do valor da diferença de nível padronizada ponderada, $D_{nT,w}$, para ruído aéreo entre ambientes; diferença de nível padronizada ponderada a 2 metros da fachada, $D_{2m,nT,w}$, para verificação do desempenho de fachada de dormitórios; e o Nível de pressão sonora de impacto padronizado ponderado, $L_{nT,w}^{\circ}$, para análise do desempenho acústico para ruído de impacto entre ambientes de pavimentos distintos.

2.1 Medições de desempenho acústico em campo

As medições em campo para confirmação de atendimento aos requisitos de desempenho acústico conforme a ABNT NBR 15575 [2] para ruído aéreo entre unidades distintas foram realizadas conforme procedimento descrito na norma ISO 16283-1 [12], sendo obtido os valores de $D_{nT,w}$ entre ambientes distintos. As medições de ruído de impacto são regulamentadas tecnicamente pela norma ISO 16283-2 [13]. As medições para ruído aéreo e de impacto são realizadas em bandas de frequência de terço de oitava. A partir do processamento descrito nas normas ISO 717-1 [14] e ISO 717-2 [15], os valores globais são determinados. Ambas as partes da norma especificam tecnicamente todos os requisitos que devem ser atendidos no procedimento técnico de medição, desde a especificação dos parâmetros para a fonte

sonora, medidor de nível de pressão sonora, microfone e calibração dos mesmos até as diretrizes para quantidade e locação dos pontos de fonte e de medição. No presente estudo, todas as especificações foram devidamente atendidas.

Em geral, as medições de desempenho acústico para comprovação de conformidade com os requisitos da NBR 15575 [2] são realizadas de forma amostral, sendo essas definidas pelo responsável da obra com auxílio do especialista de acústica para verificação de quais são as situações mais críticas e a partir da conformidade do pior caso, garantir o atendimento dos demais. Ainda, para edificações com uma tipologia de pavimento tipo, são realizadas as medições, normalmente, em apenas um pavimento, sendo os resultados extrapolados para os demais pavimentos, exceto se houver diferença nos elementos construtivos entre os pavimentos.

Para os empreendimentos em análise no presente estudo, foram realizados os ensaios de desempenho acústico de forma amostral: foram verificados os requisitos de divisórias pertinentes em unidades representativas, de acordo com a disponibilidade e término de execução pela equipe de obra, e as medições de sistema de piso foram realizadas no caso mais crítico, sendo verificado por meio das simulações computacionais realizadas. A Figura 2 apresenta as marcações de quais situações de divisórias e sistemas de piso foram ensaiados.

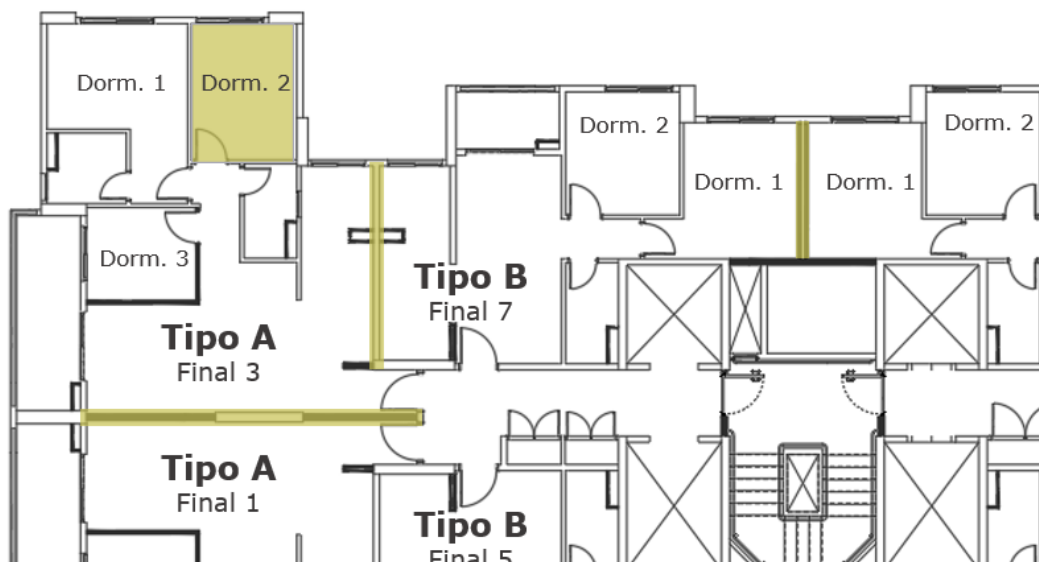


Figura 2: Indicação das divisórias e sistemas de piso ensaiados em campo.

2.2 Simulações de desempenho acústico

O modelo da edificação residencial foi utilizado para simulação do modelo real (conforme construído), modelo apenas com materiais Tipo A e modelo considerando apenas materiais Tipo B. Todas as situações foram simuladas com ambas as metodologias de cálculo: conforme metodologia da norma EN 12354:2000 [8–10] e da norma ISO 12354:2017 [5–7], por meio do *software* SONarchitect ISO. O modelo de simulação foi feito com base nos projetos arquitetônico e estrutural. Estando o modelo 3D finalizado, foram inseridas as esquadrias dos ambientes e indicadas demais interferências entre os ambientes. Para realização da simulação devem ser configurados os parâmetros e requisitos a serem calculados, bem como outras configurações de funcionamento do *software*. Para o presente estudo, foram simulados os requisitos de desempenho acústico conforme norma brasileira ABNT NBR 15575 [2] para fachadas, divisórias internas e sistemas de piso.

No presente estudo, são apresentados os resultados das simulações das mesmas interferências ensaiadas nas medições em campo, conforme Seção 2.1. Além dessas situações, são verificados também os valores de desempenho de fachada do Dormitório 2 - unidade 3, a fim de ser avaliado pelo menos um caso de desempenho de fachada, e sistema de piso do Dormitório 3 da mesma unidade, visto que esse dormitório possui originalmente seu perímetro em *drywall*, exceto

na fachada, enquanto o outro dormitório avaliado para sistema de piso possui todo seu perímetro em alvenaria. Além disso, a construção do Dormitório 3 em *drywall* permite a opção de sala ampliada, sendo retirado o Dormitório 3. Assim, o desempenho acústico do sistema de piso entre sala ampliada sobre Dormitório 3 também é apresentado no estudo. A Tabela 1 apresenta um resumo das composições ensaiadas em campo e simuladas e sua respectiva identificação utilizada.

Os elementos construtivos, por sua vez, são modelados no *software* Insul e importados no SONarchitect ISO. O Insul é um *software* comercial com um banco de dados de materiais e seus respectivos parâmetros acústicos. Além de possuir sua própria biblioteca, o Insul permite criar e analisar novas composições, sendo necessário informar características dos materiais como espessura, densidade, módulo de elasticidade e razão de Poisson. Ainda é possível considerar materiais de fornecedores que realizaram os ensaios de seus materiais em laboratório, inserindo os dados obtidos por meio da medição em laboratório no *software*. Em cada modelo de simulação foram utilizados tipos de elementos construtivos específicos, conforme apresentado a seguir.

2.3 Modelo de simulação real

O modelo real é a simulação considerando os elementos construtivos conforme execução e construção da edificação. A edificação tem sua estrutura

construída em concreto, com pilares e laje de concreto maciço, conforme construção tradicional no Brasil. As vedações externas e divisórias entre unidades distintas são em alvenaria em blocos cerâmicos, com revestimento em gesso nas áreas secas e argamassa com revestimento cerâmico nas áreas molhadas.

Na divisória entre dormitórios de unidades distintas, a fim de atender o desempenho acústico mínimo necessário, foi necessário utilizar uma contra parede em *drywall* em cada lado da parede em bloco cerâmico. Visando diminuir a espessura total da composição, foi utilizado bloco de 9 cm. Assim, a composição final das divisórias entre dormitórios foi de alvenaria em blocos cerâmicos de 9 cm com contraparede em cada lado composta por guias e montantes de 4,8 cm e fechamento com duas placas de gesso de 1,25 cm cada, sem preenchimento de lã mineral. As divisórias internas das unidades são algumas em alvenaria com blocos cerâmicos e outras em *drywall*.

Para as composições das divisórias entre unidades, exceto no caso entre dormitórios de unidades distintas, foram considerados os Índices de Redução Sonora, R_w , obtidos de ensaios em laboratório realizados pelo fornecedor dos blocos cerâmicos. As demais composições foram modeladas no *software* Insul, conforme características informadas pela construtora. O modelo de simulação da edificação no SONarchitect ISO é apresentado na Figura 3.

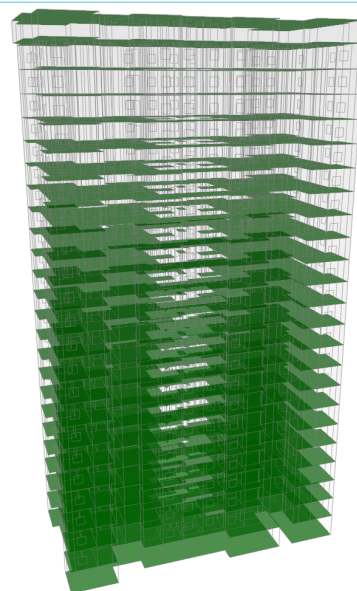


Figura 3: Modelo de simulação no *software* SONarchitect ISO.

2.4 Modelo de simulação apenas com elementos Tipo A

Para esse modelo, foi utilizado o modelo real como base e substituídos as divisórias internas em *drywall* por divisórias em alvenaria, elemento considerado como Tipo A. As demais composições foram mantidas, bem como configurações e requisitos de simulação. Para as simulações desse modelo, o objetivo é apenas a comparação entre os resultados obtidos por cada uma das metodologias de cálculo, não sendo válida qualquer comparação com os resultados obtidos nos ensaios em campo.

Tabela 1: Identificação dos sistemas ensaiados e simulados.

Ident.	Sistema	Med.	Sim.
1.A	Sistema de piso entre Dormitórios 3 (un. 3) – ruído aéreo		X
1.I	Sistema de piso entre Dormitórios 3 (un. 3) – ruído de impacto		X
2.A	Sistema de piso entre Dormitórios 2 (un. 3) – ruído aéreo	X	X
2.I	Sistema de piso entre Dormitórios 2 (un. 3) – ruído de impacto	X	X
2.F	Fachada Dormitório 2 (un. 3)		X
3.A	Sistema de piso Sala ampliada sobre Dormitório 3 (un. 3) – ruído aéreo		X
3.I	Sistema de piso Sala ampliada sobre Dormitório 3 (un. 3) – ruído de impacto		X
4.D	Divisória entre Cozinhas unidades 3 e 7 – ruído aéreo	X	X
5.D	Divisória entre Salas unidades 3 e 1 – ruído aéreo	X	X
6.D	Divisória entre Dormitórios 1 unidades 7 e 8 – ruído aéreo	X	X

2.5 Modelo de simulação apenas com elementos Tipo B

Da mesma forma, para o modelo de simulação apenas com elementos Tipo B foi utilizado também o modelo real como base, sendo mantidas as configurações e requisitos de simulação. Nesse caso, todos os elementos do Tipo A existentes na simulação foram substituídos por elementos Tipo B, exceto lajes e pilares. Todas as vedações externas foram substituídas por composições em *steel frame* e as divisórias internas para composições apenas em *drywall*.

Para os resultados obtidos por meio das simulações desse modelo também não são válidas qualquer comparação com os resultados ensaiados, visto que o modelo não representa a situação de execução da edificação. Por esse motivo, é válida, para esse modelo, apenas a comparação entre resultados obtidos da simulação com a metodologia da norma EN 12354:2000 [8–10] e da ISO 12354:2017 [5–7].

3. RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos por meio das medições em campo realizadas e resultados das simulações das mesmas interferências, a partir do modelo real. São apresentados os valores simulados por meio das metodologias da norma EN 12354:2000 [8–10] e da ISO 12354:2017 [5–7].

A partir dos resultados apresentados, é possível verificar que as simulações conforme metodologia da norma ISO 12354:2017 [5–7] apresentam uma exatidão maior em relação aos resultados obtidos por meio dos ensaios em campo, exceto para o caso do sistema 5.D. Enquanto os resultados obtidos por meio da simulação com a metodologia de

cálculo da EN 12354:2000 [8–10] apresentaram divergência de até 2 dB, quando utilizada a metodologia mais recente, a diferença entre resultados medidos e simulados não ultrapassa 1 dB.

A Tabela 3 apresenta os resultados obtidos por meio das simulações para os três modelos de estudo do presente estudo: modelo real, apenas com materiais Tipo A e apenas com materiais Tipo B. Com os resultados é possível perceber que existem grandes diferenças entre os resultados simulados com cada uma das metodologias, sendo as maiores divergências nos resultados obtidos no modelo real, o qual apresenta ambos os tipos de elementos. As menores variações entre os resultados simulados com as duas metodologias foram obtidas no modelo apenas com materiais Tipo B. Um ponto importante de ser mencionado é que para as simulações de desempenho ao ruído de impacto, no estudo de caso avaliado, foram identificadas menores variações nos valores obtidos entre as versões da norma para um mesmo modelo do que para os resultados de desempenho acústico para ruído aéreo.

Embora o sistema construtivo e características da laje não tenham sido alterados entre os modelos, foram obtidos diferentes valores de desempenho acústico para sistemas de piso, tanto para ruído aéreo quanto para ruído de impacto. Essa diferença entre os valores evidencia a consideração das transmissões secundárias e importância da correta consideração de todos os elementos construtivos do modelo, mesmo que esses sistemas não estejam em análise direta. Ao analisar os resultados das simulações para o sistema 1.A é possível observar que nas simulações dos três modelos, com a metodologia de cálculo da norma EN 12354:2000 [8–10] existe uma diferença de 2 dB

Tabela 2: Comparação entre os resultados obtidos nas medições em campo e simulações com as diferentes versões da norma.

Sistema	Grandeza	Ensaio em campo	Simulação conforme EN 12354:2000	Simulação conforme ISO 12354:2017
2.A	$D_{nT,w}$	49 dB	51 dB	49 dB
2.I	$L_{nT,w}^{\circ}$	79 dB	80 dB	80 dB
4.D	$D_{nT,w}$	44 dB	45 dB	44 dB
5.D	$D_{nT,w}$	44 dB	44 dB	43 dB
6.D	$D_{nT,w}$	46 dB	47 dB	45 dB

entre os valores obtidos em cada modelo, o que é natural considerando que foram utilizados elementos construtivos diferentes. Entretanto, para o mesmo sistema e mesma alteração de materiais em cada modelo, é identificada uma divergência de 4 dB entre os valores obtidos com as simulações conforme a norma ISO 12354:2017 [5–7]. Essa situação pode ser observada também para os valores obtidos nas simulações do sistema 6.D, com divergências ainda maiores entre os valores. Essas situações podem ser justamente devido às diferentes considerações para as transmissões por flancos entre as normas, sendo que a metodologia de cálculo da 12354:2017 [5–7] leva mais em conta essas transmissões secundárias. Por fim, ainda é possível observar que as maiores diferenças entre os valores obtidos em cada um dos modelos entre as duas versões da norma ocorrem no sistema 3.A, ruído aéreo de sistemas de piso entre sala ampliada sobre Dormitório 3. Nesse caso, a diferença entre os volumes dos ambientes de emissão e recepção são consideráveis, sendo, portanto, as transmissões secundárias ainda mais relevantes para obtenção do desempenho acústico do sistema.

4. CONCLUSÕES

Ao comparar os resultados obtidos para o modelo real com os valores obtidos por meio dos ensaios de desempenho acústico em campo, é possível concluir que as simulações conforme a metodologia de cálculo da norma 12354:2017 [5–7] são

mais exatas do que as simulações conforme EN 12354:2000 [8–10], o que é de fato esperado com a revisão das normas. Nesse sentido, torna-se importante avaliar a utilização de simulações com a EN 12354:2000 [8–10], uma vez que apresenta resultados menos exatos, embora também próximos aos valores de medição.

Os resultados obtidos com os diferentes modelos de simulação evidenciam a importância da correta consideração dos materiais de vedação das divisórias internas das unidades. Embora esses sistemas não sejam diretamente avaliados para atendimento da norma brasileira ABNT NBR 15575 [2], a consideração correta desses elementos é extremamente importante para garantir a exatidão dos resultados simulados, visto que esses elementos são considerados nas transmissões por flancos. Outro ponto importante verificado no presente estudo é a maior consideração dessas transmissões secundárias nas simulações realizadas por meio da metodologia da norma 12354:2017 [5–7].

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à empresa Giner pela disponibilidade do *software* necessário para realização do presente estudo, bem como à construtora que permitiu a utilização e publicação dos dados de projeto e resultados dos ensaios de desempenho acústico realizados em campo.

Tabela 3: Comparação entre os resultados obtidos nos diferentes modelos de simulação.

Sistema	Grandeza	Modelo real		Tipo A		Tipo B	
		EN 12354: 2000	ISO 12354: 2017	EN 12354: 2000	ISO 12354: 2017	EN 12354: 2000	ISO 12354: 2017
1.A	$D_{nT,w}$	52 dB	50 dB	52 dB	50 dB	54 dB	54 dB
1.I	$L_{nT,w}^{\circ}$	80 dB	80 dB	81 dB	81 dB	79 dB	79 dB
2.A	$D_{nT,w}$	51 dB	49 dB	51 dB	49 dB	53 dB	55 dB
2.I	$L_{nT,w}^{\circ}$	80 dB	80 dB	80 dB	80 dB	78 dB	77 dB
2.F	$D_{2m,nT,w}$	23 dB	22 dB	23 dB	22 dB	23 dB	22 dB
3.A	$D_{nT,w}$	50 dB	47 dB	49 dB	47 dB	55 dB	55 dB
3.I	$L_{nT,w}^{\circ}$	81 dB	81 dB	82 dB	82 dB	79 dB	79 dB
4.D	$D_{nT,w}$	45 dB	44 dB	45 dB	44 dB	46 dB	45 dB
5.D	$D_{nT,w}$	44 dB	43 dB	44 dB	43 dB	45 dB	45 dB
6.D	$D_{nT,w}$	47 dB	45 dB	47 dB	45 dB	50 dB	51 dB

REFERÊNCIAS

- [1] *NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, fev. 2013.
- [2] *NBR 15575 Edificações Habitacionais - Desempenho*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, set. 2021.
- [3] Corbioli, N. A norma está pegando: Visando um produto imobiliário de melhor qualidade, construtoras estão descobrindo os caminhos para superar dúvidas e dificuldades para o atendimento da nbr 15.575:2013, a primeira norma a estabelecer parâmetros mínimos de desempenho e durabilidade para edificações habitacionais do país. *Revista Téchné*, out 2016.
- [4] Os impactos da norma de desempenho no setor da arquitetura e engenharia consultiva, 2020. Disponível em: <https://sinaenco.com.br/wp-content/uploads/2016/08/OsImpactosdaNormadeDesempenho.pdf>.
- [5] *ISO 12354 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms*. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2017.
- [6] *ISO 12354 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms*. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2017.
- [7] *ISO 12354 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound*. INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, 2017.
- [8] *EN 12354 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms*. EUROPEAN NORM, 2000.
- [9] *EN 12354 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms*. EUROPEAN NORM, 2000.
- [10] *EN 12354 Building acoustics — Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 3: Airborne sound insulation against outdoor sound*. EUROPEAN NORM, 2000.
- [11] Rosão, V e Silva, J. Comparison of en 12354-1 to -4 of 2000 with en 12354-1 to -4 of 2017. *Euronoise*, 2018.
- [12] *NBR ISO 16283 Acústica - Medição de campo de isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. Parte 1 - Ruído aéreo*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, dez. 2018.
- [13] *NBR ISO 16283 Acústica - Medição de campo de isolamento acústico nas edificações e nos elementos de edificações. Parte 2 - Ruído de impacto*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, dez. 2018.
- [14] *NBR ISO 717 Acústica - Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações. Parte 1: Isolamento a ruído aéreo*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, nov. 2021.
- [15] *NBR ISO 717 Acústica - Classificação de isolamento acústico em edificações e elementos de edificações. Parte 2: Isolamento a ruído de impacto*. Associação Brasileira de Normas Técnicas, Rio de Janeiro, nov. 2021.