

TRANSMISSÃO INDIRETA DO RUÍDO DE PERCUSSÃO: PROPOSTA DE METODOLOGIAS SIMPLIFICADAS DE PREVISÃO

Diogo Mateus¹, Andreia Pereira¹

¹CICC, Universidade de Coimbra, Departamento de Engenharia Civil, Pólo 2, Rua Luís Reis Santos, 3030-788 Coimbra, Portugal, e-mail: {diogo, apereira} @dec.uc.pt

Resumo

A transmissão de sons de percussão entre dois compartimentos adjacentes, de um piso superior para um espaço adjacente inferior, depende das transmissões diretas, através do próprio piso, e das transmissões marginais, através dos elementos adjacentes. A previsão deste tipo de transmissão, em fase de projeto, pode ser efetuada com base nos métodos indicados na norma EN12354-2:2000. Contudo, no caso da transmissão de pavimentos de compartimentos inferiores para compartimentos sobrejacentes ou no caso da transmissão entre compartimentos do mesmo piso, a transmissão ocorre apenas por via indireta, sendo esta de difícil quantificação em fase de projeto, em particular na transmissão de baixo para cima. Apesar de muitas vezes este tipo de transmissão ser bastante relevante, conduzindo frequentemente ao incumprimento dos requisitos acústicos regulamentares, muitos projetistas acabam por a desprezar, nos seus projetos de condicionamento acústico. Neste trabalho são propostas metodologias simplificadas de cálculo, para a previsão do índice isolamento a sons percussão padronizado ($L'_{nT,w}$), quer para a transmissão de baixo para cima, quer na transmissão lateral entre dois compartimentos do mesmo piso. A formulação proposta, resulta de vários estudos efetuados nos últimos anos pelos autores do presente trabalho, e baseia-se essencialmente no tratamento de resultados de ensaios *in situ*. Pretende-se que estas metodologias simplificadas (fórmulas empíricas), juntamente com o método simplificado indicado na norma EN12354-2:2000, para o caso da transmissão de cima para baixo, possam vir a constituir uma ferramenta importante de previsão, e de fácil aplicação, em fase de projeto.

Palavras-chave: sons de percussão, transmissão indireta, junção, experimental.

Abstract

The impact sound transmission between two adjacent rooms of different floors, where the emitting room is placed bellow the receiving one, depends on direct sound transmission, occurring through the floor, and on flanking sound transmission through the adjacent elements. In the design stage, the prediction of impact sound insulation, including flanking sound transmission, may be performed using the procedure described in the EN 12354:2:2000. However, when sound transmission is performed from the lower room to the upper room, or between rooms of the same floor, it is more difficult to quantify it, mainly when the emitting room is situated bellow the receiving space. In fact, in this situation the sound transmission may be relevant and it is often a case where acoustic requirements are not accomplished, because many designers neglect it in the design stage, not providing for proper solutions. In this work a simplified approach is proposed to predict the weighted impact sound insulation ($L'_{nT,w}$), to be applied in situations where the emitting room is situated bellow the receiving room or where the two rooms are situated in the same level. The proposed expressions were derived from several measurements performed *in situ*. It is intended that these empirical formulas may constitute, together with the method of the EN12354-2:2000 a contribution to predict impact sound insulation in the acoustic design stage of buildings.

Keywords: impact sound, indirect transmission, junction, experimental.

PACS no. 43.40.At, 43.40.Kd

1 Introdução

A transmissão sonora de sons de percussão, de um pavimento, num compartimento, para outros compartimentos do mesmo edifício, ocorre geralmente por via indireta, através dos elementos adjacentes, e por via direta, quando o pavimento percutido é sobrejacente ao compartimento recetor em análise. Experimentalmente, a quantificação da transmissão por percussão pode ser efetuada de forma relativamente simples, de acordo com as normas EN ISO 140-7 e ISO 717-2 [1;2]. Contudo, em fase de projeto, esta quantificação, baseada em modelos de previsão, pode tornar-se difícil, em particular quando não existe transmissão direta entre compartimentos, como acontece na transmissão de pavimentos de compartimentos inferiores para compartimentos sobrejacentes (ascendente), e na transmissão entre compartimentos do mesmo piso (lateral). Em projeto, alguns projetistas assumem erradamente que estas transmissões, ascendente e lateral, são desprezáveis, conduzindo frequentemente a situações de incumprimento dos requisitos regulamentares, após a construção dos edifícios.

Na prática, a avaliação da transmissão sonora, de ruídos de percussão de baixo para cima é geralmente relevante quando o compartimento recetor, “sensível ao ruído”, se situa sobre um espaço emissor com possibilidade de forte emissão de ruídos de percussão, como acontece frequentemente em edifícios mistos, com comércio e/ou serviços ao nível do R/C e habitação nos pisos superiores. De acordo com a legislação existente em vigor em Portugal, no que se refere a requisitos de isolamento em edifícios (conforme Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios [3]), o valor do índice de percussão padronizado $L'_{nt,w}$ não poderá ser superior a 50 dB, o que muitas vezes não é cumprido, em especial quando se trata de revestimentos de piso rígidos diretamente ligados à laje de suporte (revestimentos cerâmicos ou em pedra) e quando a laje não é térrea (quando não é diretamente betonada contra o terreno), que é também o mais frequente.

A transmissão de sons de percussão entre compartimentos do mesmo piso apesar de sujeita geralmente a um requisito menos restritivo, pelo menos quando não está em causa a separação entre comércio e/ou serviços e habitação, o número de incumprimentos é também elevado, uma vez que a transmissão é geralmente mais facilitada que no caso anterior. Em edifícios habitacionais multifamiliares, este incumprimento está habitualmente relacionado com a separação entre zonas de circulação comum e quartos ou salas. Pode também estender-se à separação entre habitações do mesmo piso, quando o revestimento de piso é aplicado rigidamente ligado à laje de suporte e esta tem continuidade entre habitações (situação frequente em moradias em banda). Em edifícios de serviços, escolares e hospitalares, este incumprimento também é muito frequente.

Em fase de projeto, a quantificação da transmissão por percussão pode ser prevista através de modelos teóricos, nomeadamente através dos modelos indicados na norma EN 12354-2 [4]. Esta norma propõe dois tipos de modelos de cálculo: um modelo detalhado e um modelo simplificado. O modelo simplificado, facilmente aplicável em projeto, utiliza-se apenas às situações de transmissão de cima para baixo, deixando de fora as situações referidas anteriormente. O modelo detalhado, tal como o próprio nome indica, é um modelo mais rigoroso, e mais complexo, que permite determinar, no domínio da frequência, a transmissão de sons de percussão, contabilizando não só a via direta, se existir, como também a via lateral. Contudo, este modelo, para além de mais difícil utilização em projeto, não é aplicável a situações de transmissão de baixo para cima e conduz, com frequência, a resultados muito conservadores na transmissão lateral. A alternativa poderia ser, por exemplo, a

utilização do método do SEA (Statistical Energy Analysis), mas a sua aplicação a projeto torna-se geralmente complicada, sendo utilizado sobretudo para fins de investigação.

Face a todas estas limitações e à importância da transmissão de sons de percussão por via indireta, em especial para situações simples de projeto, são propostos neste trabalho dois métodos de cálculo simplificado, para previsão do índice de percussão padronizado $L'_{nT,w}$, na transmissão de baixo para cima e na transmissão entre compartimentos do mesmo piso. Estes métodos de cálculo (fórmulas empíricas), foram baseados na própria formulação propostos pela norma EN 12354-2 [4], apesar de não se aplicarem diretamente, e num conjunto alargado de resultados de ensaios in situ, efetuados essencialmente em edifícios habitacionais e mistos com lajes em betão e paredes em alvenaria de tijolo ou de blocos (cerca de 60 casos de estudo na transmissão de baixo para cima e cerca de 30 casos na transmissão lateral, entre compartimentos do mesmo piso). Nestes casos, as lajes de piso são não térreas, apresentando, na sua grande maioria, camadas de enchimento e revestimento de piso rigidamente ligados à laje de piso.

2 Metodologia de cálculo simplificada na transmissão descendente

Para determinação da transmissão sonora de ruídos de percussão de cima para baixo (transmissão descendente), a norma EN 12354-2 [4] propõe um modelo simplificado, de muito fácil aplicação, onde o índice $L'_{n,w}$ pode ser determinado através da seguinte expressão:

$$L'_{n,w} = 164 - 35 \text{Log}(m') - \Delta L_w + K \quad (1)$$

onde m' representa a massa superficial do pavimento (em kg/m^2); ΔL_w é o índice de redução sonora devido à existência de revestimento de piso (que é próximo de zero em pavimentos rígidos diretamente ligados à laje de suporte e pode apresentar valores da ordem de 20 dB, no caso de pavimentos flutuantes ou de revestimentos flexíveis, sendo normalmente divulgado pelo fabricante); e K é a correção devido à ocorrência de transmissão marginal, em dB, que pode ser obtida diretamente da consulta da Tabela 1 (retirada da norma EN 12354-2).

A constante 164, da Equação (1), que é apresentada pela norma EN 12354-2, para os pavimentos mais usuais em Portugal, conduz a resultados de $L'_{n,w}$ cerca de 5 dB mais favoráveis do que os habitualmente obtidos na avaliação experimental. Deste modo, recomenda-se que em vez desta constante igual a 164 seja utilizado o valor de 169, que, para além de aparentemente mais realista, conduz a valores mais conservadores, do lado da segurança.

De acordo com a atual versão do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios [3], em vez do índice normalizado $L'_{n,w}$, prevê-se a utilização do índice padronizado $L'_{nT,w}$, resultando a seguinte expressão (considerando a constante 169, em vez de 164):

$$L'_{nT,w} = 169 - 35 \text{Log}(m') - \Delta L_w + K - 10 \text{Log}\left(\frac{0,016V}{T_0}\right) \quad (2)$$

onde V é o volume do compartimento recetor; T_0 é tempo de reverberação médio de referência no compartimento recetor, igual a 0,5 ou igual ao requisito, quando aplicável.

Tabela 1 – Correção do valor do índice de isolamento a sons de percussão (K), devido à transmissão marginal, em dB [4].

Massa superficial do pavimento (kg/m ²)	Massa superficial média dos elementos marginais (paredes), homogêneos e não revestidos (kg/m ²)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	3	2	1	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

3 Metodologias de cálculo simplificadas propostas (transmissão ascendente e lateral)

De uma forma geral, da avaliação experimental realizada em várias dezenas de edifícios diferentes, e em relação à transmissão de cima para baixo no mesmo tipo de pavimento, verifica-se uma redução no valor de $L'_{nT,w}$ da ordem de 20 dB, na transmissão de baixo para cima, e da ordem de 10 dB na transmissão lateral. Contudo, existe uma dispersão de resultados muito elevada, dependente, em parte, das características dos elementos de compartimentação marginais, e que será considerada na metodologia proposta neste trabalho. Em lajes térreas, a transmissão é significativamente minimizada, com reduções adicionais da ordem de 10 dB, mas muito variáveis, em função do terreno sob a laje e das fundações do edifício. Estudos realizados nos últimos anos, pelos autores deste artigo, conduziram à proposta de uma metodologia de cálculo simplificada, através de fórmulas empíricas, determinadas com base nos modelos propostos pela norma EN 12354-2 e num conjunto alargado de resultados de ensaios *in situ*, efetuados essencialmente em edifícios habitacionais e mistos com lajes em betão e paredes em alvenaria de tijolo ou de blocos de betão.

Para a situação de transmissão de sons de percussão de um piso inferior para o compartimento sobrejacente, designada neste trabalho por “transmissão ascendente”, não existem metodologias de previsão consagradas na normalização em vigor e os modelos de cálculo com possibilidade de ser aplicados são excessivamente complexos, e nem sempre conduzem a resultados próximos dos reais. Com base no modelo simplificado, para cálculo de transmissão direta, e no modelo detalhado, para o cálculo da transmissão marginal, e tendo em conta os resultados experimentais obtidos para cerca de 60 situações, foi possível chegar a uma fórmula empírica (Eq. 3) que permite determinar o valor do índice $L'_{nT,w}$, de uma forma muito simples, cujas variáveis consideradas relevantes se encontram indicadas na Figura 1. Esta fórmula resulta de um estudo anterior [5], mas introduzindo algumas alterações pontuais, no cálculo da correção k (de forma a poder ser aplicada de uma forma mais abrangente) e decorrentes da própria alteração do índice utilizado como requisito regulamentar (anteriormente vigorava o índice $L'_{n,w}$ e agora o índice $L'_{nT,w}$). Os resultados experimentais que serviram de base a esta proposta de fórmula empírica foram obtidos em “edifícios correntes” (com

estrutura porticada e lajes em betão armado), entre espaços comerciais e/ou de serviços situados no R/C de edifícios mistos com cave(s) e quartos ou salas sobrejacentes (normalmente quartos com áreas de piso inferior a 20 m²). Em todos os casos apresentados, a laje de piso percutida era em betão armado (maciça ou aligeirada) e o seu revestimento cerâmico ou em pedra, para os quais se assumiu um índice de redução sonora de percussão (ΔL_w) igual a zero. As paredes interiores eram simples em tijolo de 11 cm ou tijolo de 15 cm e as paredes exteriores duplas, em tijolo de 11+11 cm ou 11+15 cm ou em blocos de betão de 10+15 cm. Os resultados apresentados, num total de 60, corresponderam a 48 edifícios diferentes. Da aplicação da Equação (3) aos 60 casos de estudo que serviram de base a este modelo, o desvio padrão relativo às diferenças entre índices “teóricos” e “experimentais” resultou ligeiramente inferior a 3 dB, verificando-se apenas um único desvio desfavorável superior a 3 dB. Refira-se que, neste modelo, à semelhança do modelo seguinte para a transmissão lateral, a fórmula apresentada conduz tendencialmente a resultados do lado da segurança.

Para a situação de transmissão de sons de percussão de um piso para um compartimento do mesmo piso (que neste caso poderá não ficar adjacente, como acontece muitas vezes na prática, por exemplo, entre uma zona de circulação e um quarto, quando existe entre eles uma casa de banho e/ou um hall de entrada), designada neste trabalho por “transmissão lateral”, apesar de poder ser adotado o modelo detalhado da norma EN 12354-2, este é aplicável apenas a compartimentos adjacentes e, da comparação com resultados experimentais, conduz frequentemente a resultados muito conservadores. Deste modo, à semelhança com o modelo proposto para a transmissão ascendente, foram estudados 30 casos de estudo, em 20 edifícios diferentes, onde, com base nos resultados das medições acústicas, se procedeu à avaliação das variáveis com peso significativo no resultado final. Neste caso, a maioria das situações estudadas pertenciam a edifícios habitacionais, tendo sido também analisados alguns edifícios de serviços, em ambos os casos com estrutura em betão armado (com lajes maciças ou lajes aligeiradas). Cerca de 80% dos casos apresentavam um revestimento cerâmico ou em pedra rigidamente ligado à laje de piso, sendo os restantes constituídos por soluções com um índice de redução sonora de percussão elevado (tendo sido considerado, em função da solução aplicada, valores de ΔL_w entre 18 a 20 dB). O estudo foi aplicado não só a situações entre compartimentos adjacentes, mas abrangeu ainda situações que continham outro compartimento pelo meio, apesar de corresponder sempre a compartimentos de pequena dimensão, como casas de banho, hall de entrada ou arrumos. Apesar de existirem muitas variáveis com algum peso no valor de $L'_{nT,w}$, face às divergências encontradas e à sua difícil contabilização, as consideradas mais relevantes corresponderam à massa da laje de suporte percutida, à distância entre a zona de percussão e a parede adjacente ao compartimento recetor (contabilizada entre o centro do piso percutido e a parede mais próxima do compartimento recetor) e o índice ΔL_w da solução de revestimento de piso ou de base de piso existente, conforme Equação (4) e esquema da Figura 1. Neste caso, eventualmente também se justificaria uma correção do valor de ΔL_w , utilizando um $\Delta L'_w$, mas aqui as correções seriam tendencialmente inferiores, tendo-se optado simplesmente por não as considerar. Da aplicação da Equação (4) aos 30 casos de estudo que serviram de base a esta equação, o desvio padrão relativo às diferenças entre índices “teóricos” e “experimentais” também não ultrapassou 3 dB, sendo os resultados tendencialmente do lado da segurança.

Refira-se que, quer neste caso, quer no anterior, os modelos poderiam ser mais detalhados, considerando outras variáveis, mas o resultado final poderia não ser melhor, uma vez que se avaliaram experimentalmente muitas situações aparentemente idênticas onde o valor de $L'_{nT,w}$ era substancialmente diferente, não sendo possível, para estes casos, encontrar uma fórmula que conduzisse a resultados diferentes com os mesmos dados de entrada.

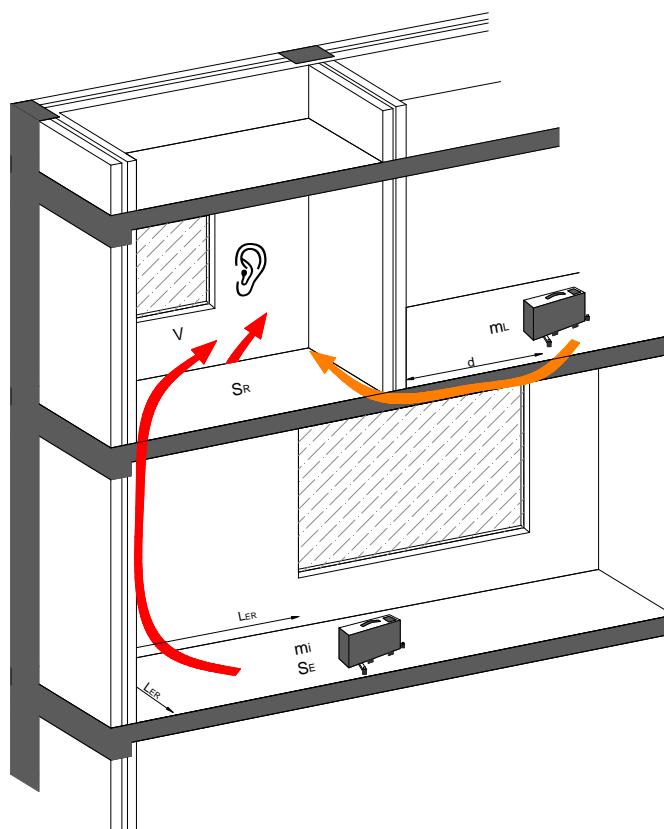


Figura 1 – Esquema exemplificativo da transmissão sonora indireta de ruídos de percussão, ascendente (de baixo para cima) e lateral (entre compartimentos do mesmo piso), com indicação das variáveis consideradas mais relevantes (que entram nas Equações (3) e (4)).

Na transmissão ascendente (do piso não térreo de um compartimento inferior para o compartimento sobrejacente) a fórmula empírica proposta corresponde então à seguinte expressão:

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w_0} - 10 \text{Log}(0,016V/T_0) - \Delta L'_w \quad (3)$$

$$\text{com} \begin{cases} L'_{n,w_0} = 76 - 10 \text{Log}(m_i) + 5 \text{Log}(L_{ER}/S_E) + 10 \text{Log}(S_R) \\ \Delta L'_w = k \times \Delta L_w & e \\ k = 0,8 \text{ a } 0,9 & \text{se } L'_{n,w_0} \geq 57 \text{dB} \\ k = 0,7 \text{ a } 0,8 & \text{se } 56 \geq L'_{n,w_0} \geq 52 \text{dB} \\ k = 0,6 \text{ a } 0,7 & \text{se } L'_{n,w_0} \leq 51 \text{dB} \end{cases}$$

Na transmissão lateral (entre o piso não térreo de um compartimento para outro compartimento do mesmo piso) a fórmula empírica proposta corresponde à seguinte expressão:

$$L'_{nT,w} = 123 - 20 \text{Log}(m_L) - 10 \text{Log}(d) - \Delta L_w \quad (4)$$

Nestas expressões, V é o volume do compartimento recetor; T_0 é tempo de reverberação médio de referência no compartimento recetor, igual a 0,5 ou igual ao requisito, quando aplicável; m_i e m_L são as massas da laje de piso percutidas (em kg/m^2), inferior e lateral, respetivamente; L_{ER} é o comprimento total de junções com continuidade do piso inferior para o piso superior; S_E e S_R são as áreas dos compartimentos emissor e recetor, respetivamente; d é a distância entre a zona central da laje percutida (na transmissão lateral) e a parede mais próxima do compartimento recetor; ΔL_w é o índice de redução da transmissão de sons de percussão de revestimentos de piso ou de bases de piso (avaliado em laboratório, de cima para baixo).

Na Equação (3), o comprimento de junções com continuidade L_{ER} não deve ser considerado inferior a 1 m (para ter em conta as ligações rígidas entre pisos, que são inevitáveis, uma vez que, mesmo sem continuidade de paredes existirá sempre a contribuição de pilares e de outras paredes). Nesta equação a área do piso emissor (S_E) não deve ser considerada superior a 100 m^2 (quando tal acontecer deverá considera-se o valor igual a 100, uma vez que para áreas muito elevadas a zona de ensaios de percussão deve restringir-se a uma parte mais próxima do compartimento recetor). Por outro lado, se existirem vãos de grande dimensão nas paredes com continuidade, ao nível do piso do emissor, poderá eventualmente descontar-se a largura ocupada pelos vãos.

4 Exemplos de aplicação

De forma a possibilitar uma melhor clarificação das metodologias propostas neste trabalho, apresenta-se de seguida um exemplo de cálculo, que corresponde a um edifício misto de comércio e habitação multifamiliar, conforme se esquematiza na Figura 2. Neste exemplo, as lajes de piso são maciças com 20 cm de espessura e apresentam uma betonilha de enchimento, com pelo menos 100 kg/m^2 . O pé direito, nas zonas de habitação é próximo de 2,6 m, e entre a zona de circulação e os quartos existe uma casa de banho (em que a distância do eixo central do corredor de circulação comum e a parede do quarto é próxima de 4 m). Os revestimentos de piso são cerâmicos nas zonas de circulação e comércio e em parquet flutuante nos quartos. As paredes exteriores são em alvenaria dupla de tijolo de 15 + 11 cm e as divisórias interiores são em alvenaria simples de tijolo de 11 cm. Ao nível do R/C do edifício existe um vão envidraçado no prolongamento de uma das paredes com continuidade entre o R/C e o 1º andar, podendo considerar-se um comprimento de junção com continuidade do piso inferior para o piso superior mais reduzido (4 m em vez de 5 m). Numa primeira fase, será considerado que o revestimento cerâmico se encontra rigidamente ligado à laje de suporte, com $\Delta L_w = 0 \text{ dB}$, e que o parquet flutuante apresenta um valor de $\Delta L_w = 18 \text{ dB}$.

Na separação entre quartos sobrepostos, do 2º andar para o 1º andar (indicados na Figura 2), de acordo com o modelo simplificado apresentado no ponto 2, prevê-se um índice $L'_{nT,w}$ dado por:

$$L'_{nT,w} = 169 - 35 \text{Log}(600) - 18 + 2,1 - 10 \text{Log}\left(\frac{0,016 \times 39}{0,5}\right) = 54,9 = 55 \text{ dB}$$

Se em vez do parquet flutuante a solução fosse idêntica à do pavimento do comércio, com revestimento cerâmico ($\Delta L_w = 0$), o valor de $L'_{nT,w}$ resultaria igual a 73 dB.

Refira-se que, foi considerado um valor K igual a 2,1 dB, resultante da interpolação de valores da Tabela 1, considerando uma massa média das paredes próxima de 245 kg/m^2 (170 kg/m^2 para as divisórias e 320 kg/m^2 para as paredes de fachada) e uma massa do piso próxima de 600 kg/m^2 .

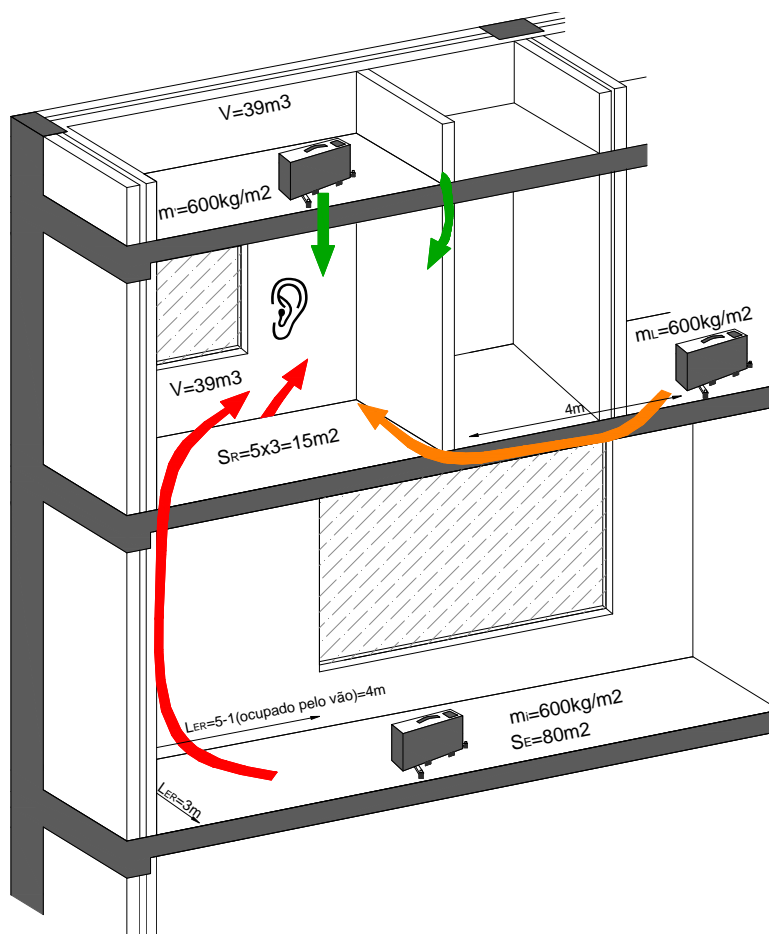


Figura 2 – Exemplo de cálculo, correspondente a um edifício misto com comércio no R/C, estacionamento na Cave e habitação multifamiliar nos pisos superiores.

Entre o espaço comercial no R/C do edifício e o quarto do 1º andar sobrejacente (ver Figura 2), de acordo com o modelo proposto, prevê-se que:

$$L'_{n,w_0} = 76 - 10\text{Log}(600) + 5\text{Log}(7/80) + 10\text{Log}(15) = 54,7 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow L'_{nT,w} = 54,7 - 10\text{Log}(0,016 \times 39/0,5) - 0 = 53,7 = 54 \text{ dB}$$

Entre a zona de circulação e o quarto do mesmo piso, indicado na Figura 2, de acordo com o modelo proposto, prevê-se que:

$$L'_{nT,w} = 123 - 20\text{Log}(600) - 10\text{Log}(4) - 0 = 61,4 \text{ dB}$$

$$\Rightarrow L'_{nT,w} = 62 \text{ dB} \quad (\text{com arredondamento para o inteiro superior})$$

Se fosse considerado simplesmente uma redução no valor de $L'_{nT,w}$ da ordem de 20 dB, na transmissão de baixo para cima, e da ordem de 10 dB na transmissão lateral, relativamente à transmissão de cima para baixo, com o mesmo tipo de pavimento, os valores de $L'_{nT,w}$ resultariam iguais a 53 dB (=73-20) e a 63 dB (=73-10) respetivamente. Estes valores são próximos dos obtidos através dos modelos simplificados propostos.

Em ambos os casos são ultrapassados os requisitos máximos regulamentares em Portugal ($L'_{nT,w} \leq 50$ dB do comércio e $L'_{nT,w} \leq 60$ dB da zona comum). Caso se aplique uma betonilha flutuante sob o revestimento cerâmico, quer no comércio, quer na zona de circulação comum, com um $\Delta L_w = 18$ dB, obtém-se aproximadamente um $\Delta L'_w \approx 14$ dB e um $L'_{nT,w} \approx 40$ dB, na transmissão de baixo para cima, e $L'_{nT,w} \approx 44$ dB na transmissão lateral, permitindo assim o cumprimento dos requisitos regulamentares.

5 Conclusões

No presente trabalho foram apresentadas duas metodologias simplificadas de cálculo (fórmulas empíricas), para a previsão do índice de percussão padronizado ($L'_{nT,w}$), na transmissão ascendente (de baixo para cima) e na transmissão lateral (entre dois compartimentos do mesmo piso). Esta formulação proposta foi baseada essencialmente num conjunto alargado de casos de estudo (cerca de 60 na transmissão ascendente e de 30 na transmissão lateral), para os quais foram realizados ensaios *in situ*, em edifícios distintos.

Apesar desta abordagem simplificada poder conduzir a resultados diferentes dos obtidos utilizando métodos mais detalhados, os desvios espectáveis serão muito menos relevantes em relação aos que podem resultar de um processo construtivo, em especial no caso da opção por betonilhas flutuantes, onde os erros construtivos são mais frequentes e mais comprometedores. A existência de defeitos de construção, mesmo que de pequeníssima dimensão, pode conduzir a resultados finais muito fracos. Mesmo para situações aparentemente idênticas, com as mesmas soluções e com processos construtivos idênticos, por vezes resultam valores de $L'_{nT,w}$, obtidos *in situ*, significativamente diferentes, sendo, nestes casos, impossível adotar um modelo de previsão que funcionasse corretamente.

De uma forma geral, as metodologias propostas conduzem a resultados tendencialmente do lado da segurança. Face ao exposto, consideramos que estas metodologias propostas, em conjunto com o método simplificado indicado na norma EN12354-2:2000, para o caso da transmissão de cima para baixo, podem ser utilizadas como ferramenta de previsão em projetos de condicionamento acústico de edifícios correntes (com estrutura em betão armado e paredes em alvenaria).

Referências

- [1] EN 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.
- [2] EN ISO 717-2: 1996. Acoustics. Rating of sound insulation in buildings and of building elements – Part 2: Impact sound insulation.
- [3] RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei nº 129/2002 de 11/05, com a nova redação dada pelo Decreto-Lei nº 96/2008 de 09/06.
- [4] EN 12354-2: 2000. Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms.
- [5] Mateus, D.; Santos, P. Proposta de Metodologia Simplificada para Previsão da Transmissão Marginal Inversa de Sons de Percussão. V Congresso Iberoamericano de Acústica, Santiago de Chile, 25-28 Outubro 2006, paper ID: A061 /pp. 1-10.