

O isolamento sonoro na região do minho comparação entre valores teórico se valores reais

Bragança, L.; Correia, F. Sousa, L.
Escola de Engenharia da Universidade do Minho
Depto de Engenharia Civil - Tel 351 53 510200, Fax 351 53 510217
4800 GUIMARÃES, PORTUGAL

Abstract

The main purpose of this paper is to characterise the level of sound insulation due to construction materials currently used in the Minho region. The performance of these materials was determined experimentally, measuring the airborne sound insulation between rooms with highly noisy activities and common dwelling. These measurements were made with high precision data acquisition and control systems. In this paper it was also done a comparative study between experimentally measured values and those obtained with prevision methods based on the laws of mass and frequency. It has been analysed the accuracy of the prevision methods currently used in Portugal, and it has been determined the applicability of these methods.

1. Introdução

Com este trabalho pretende-se caracterizar o isolamento sonoro aos sons de condução aérea entre espaços destinados ao exercício de actividades ruidosas e de espaços destinados à habitação, construídos recentemente na região do Minho. Essa caracterização tem por base a determinação, por via experimental, do isolamento sonoro alcançado por diversos tipos de elementos construtivos, tendo sido realizadas medições com recurso a equipamentos de medida de alta precisão. Foi também realizada a comparação entre os valores reais e os valores teóricos obtidos por aplicação das leis da massa, avaliando-se qual a sua precisão e em que situações devem ser aplicadas estes métodos.

Embora em Portugal a legislação relativa ao ruído [1] já tenha sido publicada em 1987, só muito recentemente é que as entidades licenciadoras, Câmaras Municipais e Governos Cívicos, têm vindo a exigir de forma sistemática a comprovação experimental do isolamento sonoro aos sons de condução aérea para efeitos do licenciamento das actividades ruidosas em edifícios de habitação. Com este estudo é possível avaliar o estado actual da construção civil, na região do Minho, em relação ao cumprimento das exigências de isolamento sonoro estipulado na legislação em vigor.

2. Descrição da técnica dos ensaios

Os ensaios realizaram-se através de um sistema de aquisição de dados composto por um microfone com sensibilidade de 45,7 mV/Pa montado num sistema rotativo "Boom" e por um analisador de frequências em tempo real. O pós-processamento de dados é realizado pelo software de acústica de edifícios "5305" da Bruel & Kjaer. Na produção do campo sonoro recorreu-se a uma fonte sonora de ruído rosa com difusor cónico, sendo realizada a calibração do equipamento antes e após de cada medição, com um calibrador sonoro debitando 93,85 dB na frequência de 100Hz.

As medições foram realizadas de acordo com as técnicas descritas na Norma Portuguesa NP 669 [2] e na Norma Internacional ISO 140/IV [3]. Cada avaliação experimental consiste na realização da medição dos

níveis de pressão sonora no recinto emissor e no recinto receptor, sendo executada a correcção do nível sonoro no recinto receptor em relação aos níveis de ruído de fundo nesse mesmo recinto. Para ter em conta as características absorventes do recinto receptor é ainda necessário medir o tempo de reverberação desse recinto. A quantificação do valor de isolamento é feita através do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea (Ia) de acordo com a metodologia descrita na Norma Portuguesa NP 2073 [4].

3 - Métodos de previsão do isolamento sonoro a sons de condução aérea

Em Portugal os projectistas utilizam normalmente a massa por unidade de área dos elementos construtivos para estimar o seu isolamento sonoro aos sons de condução aérea. Os resultados obtidos por esta metodologia nem sempre são os mais satisfatórios. Neste trabalho a previsão do isolamento sonoro dos diversos elementos construtivos foi realizada por dois métodos: a Lei experimental da Massa e da Frequência [5] e o Método Gráfico do LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) [6].

3.1 - Lei experimental da Massa e da Frequência

De acordo com a lei experimental da massa e da frequência o isolamento de uma determinada divisória depende, para cada frequência, da massa por unidade de área do elemento. As Leis experimentais linearizam as concavidades da respectiva Lei teórica considerando-se para divisórias simples um incremento de 4 dB da redução sonora na duplicação da massa. Em relação a divisórias múltiplas este incremento é de 6 dB.

Quando o ângulo de incidência das ondas sonoras é tal que a projecção do comprimento de onda do som coincide com o modo de vibração do elemento de separação, as oscilações do elemento são amplificadas e a redução sonora é reduzida. Este fenómeno denomina-se por efeito de coincidência, e o valor mais baixo da frequência em que ocorre é chamado de frequência crítica. Nesta região há uma perda considerável do valor da redução sonora obtida pela Lei da Massa. O valor dessa perda depende da homogeneidade do material e das suas perdas internas. O ideal seria que o efeito de coincidência se verificasse fora da região que se estende dos 100 Hz aos 3150 Hz.

Após a determinação do isolamento sonoro para as diversas frequências a quantificação do valor do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea (Ia) é feita de acordo com a metodologia descrita na Norma Portuguesa NP 2073 [4].

3.2 - Método de previsão do LNEC

O Método Gráfico do LNEC (Laboratório Nacional de Engenharia Civil) [6] permite a previsão do índice de isolamento sonoro aos sons de condução aérea (Ia) de um elemento construtivo através do conhecimento da sua massa por unidade de área. Embora se trate de um método gráfico é possível obter expressões analíticas que relacionam a massa por unidade de área de uma divisória com o seu isolamento (Ia). Deste modo, para divisórias simples, pode-se estimar o valor do isolamento sonoro a sons de condução aérea através das seguintes expressões:

$$Ia = 27 \pm 3.15 \quad \text{se } m < 25 \text{ Kg/m}^2 \quad (1)$$

$$Ia = 20.4 * \log(m) - 1.5 \pm 3.15 \quad \text{se } m \geq 25 \text{ Kg/m}^2 \quad (2)$$

Com estas expressões consegue-se obter um intervalo de valores possíveis. Caso existam heterogeneidades no elemento de separação, tais como, superfícies envidraçadas ou portas, deve-se realizar a respectiva correcção [7].

No caso de divisórias múltiplas pode-se continuar a recorrer às expressões (1) e (2), conforme o caso, desde que se verifique que a frequência de ressonância é inferior a 63 Hz e que a espessura da caixa de ar seja superior ao valor que se obtém por aplicação da expressão (3). Ao valor obtido por aplicação das expressões (1) ou (2) deve-se adicionar 3 a 5 dB de modo a contabilizar-se o efeito da caixa de ar.

$$d = 0.9 * \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right) \quad (3)$$

A frequência de ressonância pode ser determinada pela expressão seguinte:

$$fr = \frac{c}{2 * \pi} * \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) * \rho}{m_1 * m_2 * d}} \quad (4)$$

onde f_r é a frequência de ressonância em Hz, c é a velocidade do som em m/s, m_i é a massa superficial de cada elemento em Kg/m², ρ é a massa volúmica do ar em Kg/m³ e d é a espessura da caixa de ar em metros.

4 - Elementos constructivos objeto de estudo

Apresenta-se de seguida a descrição dos elementos construtivos que foram objecto de estudo:

Caso 1: estabelece a separação entre uma zona de comércio e uma zona de habitação. É uma laje aligeirada com 21 cm de espessura com uma camada de compressão de 4 cm. Na parte superior existe uma camada de acabamento em argamassa com 8 cm de espessura. O elemento possui ainda um tecto falso de placas de gesso perfuradas com 13 mm de espessura. O tecto falso está afastado 30 cm da face inferior da laje, com 10 cm ocupados por lâ de rocha de densidade igual a 35 Kg/m³.

Casos 2 e 3: estabelecem a separação entre duas habitações, em que o nº 2 estabelece a separação entre quartos e o nº3 separa duas zonas de estar. Estes elementos são constituídos por uma laje aligeirada de 21+3 cm, revestido inferiormente por uma camada de estuque, e possuindo superiormente uma camada de regularização constituída por uma mistura de betão e granulado de cortiça com 9 cm de espessura, 3 cm de caixa de ar e um soalho de madeira de 22 mm fixado mecanicamente por régulas de madeira.

Caso 4: estabelece a separação entre uma zona de comércio e uma zona de habitação e é constituído por uma laje maciça de betão armado com 15 cm de espessura e por um tecto falso de placas de gesso cartonado de 13 mm. As placas de gesso encontram-se afastadas 11 cm da parte inferior da laje. O espaço entre a laje e o tecto falso está parcialmente preenchido em 30 mm, a partir da zona inferior da laje, com lâ de rocha de 100 Kg/m³ de densidade.

Caso 5: estabelece a separação entre duas habitações unifamiliares, entre as salas de estar, sendo constituído por uma parede dupla de tijolo furado de 11+7 cm rebocada em ambas as faces.

Caso 6: estabelece a separação entre duas habitações unifamiliares, entre as salas de estar, sendo constituído por uma parede dupla de tijolo furado de 11+7 cm rebocada em ambas as faces. Na parte superior da parede existe em cada pano um vidro duplo de 11+6+11 mm de espessura.

Caso 7: estabelece a separação entre uma zona de comércio e uma zona de habitação e é constituído por uma laje aligeirada de 21+4 cm e por um tecto falso de placas de gesso cartonado de 13 mm. As placas de gesso encontram-se afastadas 11 cm da parte inferior da laje. O espaço entre a laje e o tecto falso está parcialmente preenchido em 30 mm, na zona inferior da laje, com lâ de rocha de 100 Kg/m³ de densidade. Na face superior da laje existe uma camada de regularização de 8 cm e 2 cm de soalho.

Caso 8: estabelece a separação entre uma zona de comércio e uma zona de habitação. É constituído por uma laje aligeirada de 21+4 cm, possuindo superiormente uma camada de regularização de 8 cm e 2 cm de soalho.

5 - Resultados

Em relação a cada elemento construtivo são apresentados os valores obtidos através dos ensaios e dos respectivos métodos de previsão teóricos do isolamento sonoro a sons aéreos.

	Método do LNEC			Lei Massa (dB)	Medido (dB)
	Mín (dB)	Méd (dB)	Máx (dB)		
Caso 1	53	56	59	61	57
Caso 2	47	50	54	50	51
Caso 3	47	50	54	50	48
Caso 4	51	54	57	62	56
Caso 5	55	57	58	57	45
Caso 6	46	48	50	48	40
Caso 7	54	57	60	62	57
Caso 8	50	54	57	50	47

6 - Análise dos resultados

Nos casos 1, 4 e 7 obtiveram-se por medição os valores de 57, 56 e 57 dB, respectivamente, aproximando-se estes razoavelmente dos valores médios previstos pelo método do LNEC, que são de 56, 54 e 57 dB respectivamente. Para a Lei experimental da Massa e da Frequência obtiveram-se valores de 61, 62 e 62 dB, valores estes que são superiores aos reais devido ao facto de este método não conseguir simular a realidade na zona das frequências médias.

Os valores obtidos por medição nos casos 2 e 3 são de 51 e 48 dB, respectivamente, verificando-se uma razoável aproximação aos valores obtidos pela Lei experimental da Massa e da Frequência e aos valores médios obtidos pelo método do LNEC. Para todos estes casos os valores previstos são de 50 dB. Nos casos 2 e 3 verifica-se a sobreposição dos valores reais da atenuação sonora dos elementos em relação aos valores previstos na maior parte das frequências centrais, daí a muito boa aproximação das previsões à realidade.

Nos casos 5, 6, e 8 foram previstos pelo método do LNEC valores médios de 57, 48 e 54 dB, respectivamente. Pela Lei experimental da Massa e da Frequência obtiveram-se os valores de 57, 48 e 50 dB, respectivamente. Nestes casos as previsões são superiores aos valores medidos, sendo estes valores de 45, 40 e 47 dB. Este fenómeno ocorre nos casos 5 e 6 devido à existência de uma zona heterogénea (envidraçada) que favorece a transmissão sonora. No caso 8 o desvio das previsões em relação à realidade justifica-se por existirem tubagens de ventilação que não estão devidamente isoladas.

Exceptuando-se os casos 5, 6, 9, obtiveram-se sempre valores de I_a superiores aos mínimos estipulados no Regulamento Geral Sobre o Ruído [1].

7 - Conclusões

O método de previsão do LNEC revela-se como sendo uma muito boa aproximação da realidade. Na maior parte dos casos estudados este método apresentou resultados semelhantes aos obtidos por via experimental. A sua principal virtude consiste em apresentar previsões de I_a sob a forma de um intervalo de valores de índices de isolamento sonoro, o que permite ter em conta a dispersão de comportamentos de elementos com a mesma massa superficial.

Nos casos em que os valores previstos pelas expressões teóricas se afastam dos valores reais, as observações feitas no local revelaram que este afastamento se deve à ocorrência de transmissões marginais não contabilizadas e também a imperfeições das construções, tais como, juntas imperfeitas, atravessamento de tubagens e pontes acústicas diversas.

Tendo em consideração que os casos apresentados são típicos da região do Minho e que os valores medidos de I_a , para as divisórias entre habitações e espaços destinados ao exercício de actividades ruidosas, apresentam valores superiores a 55 dB pode-se concluir que o facto de as entidades licenciadoras terem passado a exigir a verificação experimental do isolamento sonoro nestas situações tem sido de importância fundamental para a melhoria do conforto acústico e da qualidade construtiva, em geral.

No caso dos elementos de separação entre habitações os valores medidos continuam a estar aquém dos limites mínimos exigidos pelo RGSR, o que vem demonstrar que só com acções de verificação dos projectos e a fiscalização da sua execução se poderá vir a alcançar a qualidade pretendida.

7 - Referências bibliográficas

- [1] Regulamento Geral Sobre o Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei nº 251/87, de 24 de Junho, alterado pelo Decretos-Lei nº 292/89, de 2 de Setembro e nº 72/92, de 28 de Abril, e pela Portaria nº 879/90, de 20 de Setembro
- [2] Norma Portuguesa NP 669 de 1974
- [3] Norma Internacional ISO 140/IV
- [4] Norma Portuguesa NP 2073 de 1983
- [5] MEISSER, Mathias; "La pratique de l'acoustique dans le bâtiment", Editions Eyrolles, Paris, 1978
- [6] SILVA, P. Martins; "Acústica de edifícios", Edições LNEC, LISBOA, 1978
- [7] PURKIS, H. J; "Building Physics: Acoustics", Edições Pergamon Press, 1966