



COMPARAÇÃO ENTRE OS RESULTADOS OBTIDOS POR MEDIÇÃO IN SITU DO ISOLAMENTO SONORO E VALORES RESULTANTES DE MODELOS TEÓRICOS

PACS 43.55.Rg

Furtado Gomes, José A.⁽¹⁾; Aquino, Monteiro Carlos⁽²⁾

Instituto Politécnico da Guarda

Av. Dr. Francisco Sá Carneiro, 50

6301-559 Guarda. Portugal

tel.: 351 271 220 120

fax: 351 271 741 147

⁽¹⁾ jafurtado@ipg.pt; ⁽²⁾ aquino@ipg.pt

ABSTRACT

This paper aims to compare and analyse the conjectures obtained through prediction models with the results of close to 100 measurements on location of sound insulation of aerial sounds as well as impact/percussion sounds in dwellings and service buildings, carried out in the past years by the *Laboratório de Física das Construções* of the School of Technology and Management – Polytechnic Institute of Guarda.

RESUMO

Com o presente artigo pretende-se comparar e analisar os resultados obtidos em cerca de cem medições in situ de isolamento sonoro a sons aéreos e a sons de percussão em edifícios de habitação e serviços efectuadas durante os últimos anos pelo Laboratório de Física das Construções da ESTG - IPG, com as previsões obtidas através de modelos teóricos de previsão.

INTRODUÇÃO

O Laboratório de Física das Construções da Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico da Guarda, para além da componente pedagógica de apoio à leccionação de diversas disciplinas nos domínios da térmica, ventilação e sobretudo acústica de edifícios tem vindo a realizar desde 1996 prestação de serviços para o exterior no domínio da acústica. Recorrem fundamentalmente aos serviços do laboratório instituições públicas, empresas da área da construção e particulares.

Praticamente desde a criação do laboratório, quase todo o trabalho realizado incide fundamentalmente na medição de isolamentos sonoros a sons aéreos e de percussão de acordo com os procedimentos estabelecidos pelas normas EN ISO140 no sentido de comprovar as disposições regulamentares do Regulamento Geral do Ruído e do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios. São sempre medições efectuadas *in situ*, após a conclusão dos trabalhos de construção ou em situações de reabilitação. Mais recentemente, as entidades licenciadoras de

estabelecimentos comerciais destinados a actividades de restauração ou similares, para além das medições de isolamento sonoro, têm solicitado aos interessados medições que certifiquem o adequado desempenho acústico em termos de características de absorção sonora e isolamento de fachadas, facto que tem conduzido à realização de medições adicionais nestes espaços de tempos de reverberação e medições de isolamento de fachadas.

Ocasionalmente são solicitados ao laboratório de acústica medições de emissões de ruído provenientes da indústria, equipamentos exteriores de edifícios e de actividades potencialmente geradoras de incomodidades.

No quadro seguinte apresenta-se de uma forma sintética um resumo do número de medições realizadas nos últimos 4 anos até à presente data.

QUADRO RESUMO DA ACTIVIDADE REALIZADA PELO LABORATÓRIO

Ensaio	Ano	2002	2003	2004	2006	2006
Medições de isolamento sonoro a sons aéreos		1	9	28	60	40
Medições de isolamento sonoro a sons de percussão		1	9	18	52	33
Medições de isolamento de fachadas		0	0	12	42	23
Medições de tempos de reverberação e áreas de absorção sonora		1	8	18	17	4
Medições do grau de exposição de trabalhadores ao ruído		0	0	0	1	1
Medições do ruído emitido por actividades eventualmente geradoras de incomodidade		1	0	0	0	0
Medições de ruído ambiental		1	0	0	3	1

OBJECTIVOS

Com o presente artigo procurou-se recolher um conjunto de informação fidedigna, quer ao nível da medição *in situ* de isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão, quer ao nível da constituição física dos diversos elementos avaliados acusticamente, propondo-nos efectuar uma análise por forma a determinar até que ponto existe alguma relação entre modelos experimentais de determinação do isolamento sonoro e avaliar da existência de padrões de comportamento relativamente às diversas situações analisadas.

Para conseguir este objectivo, para além dos resultados das medições propriamente ditos, estabeleceu-se um contacto com algumas das empresas e particulares que solicitaram os serviços do laboratório de forma a conseguir-se obter uma informação mais concreta dos elementos de separação que foram objecto da medição de isolamento, com incidência para os trabalhos realizados durante os anos de 2005 e 2006. Desta forma foi possível obter informação sobre diversos pavimentos de separação entre habitações e entre habitações e estabelecimentos comerciais, sistematizando-se no quadro seguinte o tipo e natureza dos pavimentos analisados. Do quadro é possível avaliar que o tipo de pavimento característico das medições apresenta um elemento estrutural com 0,25 m de espessura e uma camada de enchimento em betão leve com espessura compreendida entre 0,05 e 0,15 m de espessura, revestida superficialmente com um revestimento em contraplacado revestido a madeira na face superior e com camada resiliente na face inferior. Por outro lado a maior parte dos pavimentos analisados apresentam uma lajeta flutuante conseguida através de telas de polipropileno ou mantas do tipo *Boltherm*.

QUADRO SÍNTESE DO TIPO E NATUREZA DE PAVIMENTOS ANALISADOS

Espessuras (cm):	NÚMERO DE PAVIMENTOS ENSAIADOS									
	Isolamento a sons aéreos					Isolamento a sons percussão				
	35	30	25	22	20	35	30	25	22	20
1. Pavimento de betão, aligeirado, com revestimento rígido colado	2	1			3	2	1			2
2. Pavimento de betão, aligeirado, com revestimento em placas flutuantes		4	8	2	2		3	6	2	2
3. Pavimento de betão, aligeirado, com revestimento em placas flutuantes e corte elástico			14		4			11		4
4. Pavimento de betão, aligeirado, com revestimento em placas flutuantes e corte elástico			1					1		
5. Pavimento de betão, aligeirado, com revestimento rígido colado e tecto falso				1					1	
6. Laje maciça com pavimento flutuante					2					2
Total parcial:	2	5	23	3	11	2	4	18	3	10
TOTAL:	44					37				

Para termo de comparação com os resultados obtidos das medições *in situ* foi considerado o método de previsão do isolamento acústico proposto por Meisser (*modelo misto*), como modelo analítico mais ajustado à análise experimental. Foi considerado em termos de avaliação, um valor médio para a massa por unidade de área de pavimento de 470 kg/m², tendo-se estimado uma frequência crítica compreendida entre os 50 e os 80 Hz. As frequências próprias de vibração poderão ser desprezadas uma vez que são suficientemente baixas (da ordem dos 50-150 Hz) para poderem em termos do modelo teórico originar quebras significativas de isolamento sonoro.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Na figura 1 apresentam-se de forma sintética a informação relativa às curvas de isolamento sonoro a sons aéreos resultantes das medições efectuadas *in situ*, considerando para cada terço de oitavas apenas os valores máximo, mínimo e médio. Na mesma figura também se sobrepôs sob a forma de gráfico de barras os valores resultantes do método numérico referido no ponto anterior, sendo possível constatar um relativo bom ajustamento da metodologia proposta pela lei experimental de Meisser, ainda que no tipo de elementos analisados ela assume valores ligeiramente optimistas, com um índice de isolamento sonoro $D_{n,w}$ superior em 6 dB ao valor resultante dos valores médios das diversas curvas de isolamento sonoro.

Outro dos aspectos que se procurou avaliar foi a relação entre o índice de isolamento sonoro a sons aéreos $D_{n,w}$ e a massa superficial do elemento de separação. Relativamente a este ponto, apesar de existirem valores da massa dos pavimentos compreendidos entre 340 e 630 Kg/m², não se verificou uma relação clara entre massa e o índice de isolamento a sons aéreos, pois, tal como se pode constatar na figura 2, a dispersão dos índices de isolamento para valores de massa similares é elevada.

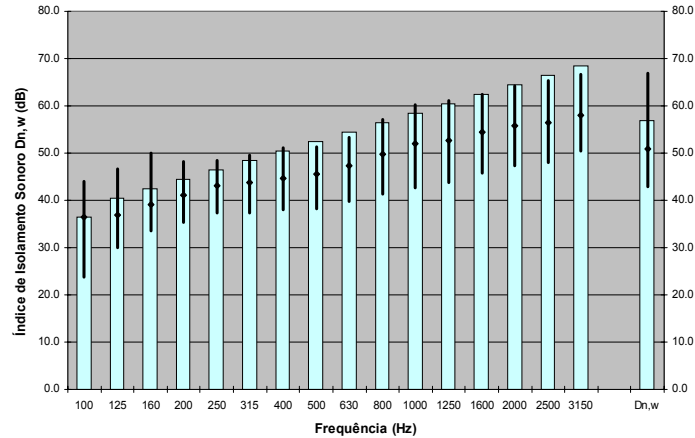


Fig. 1 – Resultados finais das curvas de isolamento sonoro a sons aéreos

Uma situação análoga é também verificada entre a massa e o índice de isolamento a sons de percussão.

Considerando uma faixa de aproximação com uma largura de 6 dB, tal como sugerido por Martins da Silva [1] para divisórias simples, é possível constatar para a totalidade dos pavimentos que apenas cerca de 60% dos valores dos índices de isolamento $D_{n,w}$ se situam no interior da referida faixa (representada na figura 2 a tracejado). No entanto, considerando para referida faixa uma largura de 10 dB essa percentagem atinge valores próximo dos 85%, podendo-se mais uma vez constatar, tal como já referido, a grande incerteza dos valores quando se pretende recorrer a este método gráfico para efectuar uma primeira abordagem da situação. Esta situação não se altera, mesmo que se efectue a análise considerando o agrupamento de pavimentos com idênticas características.

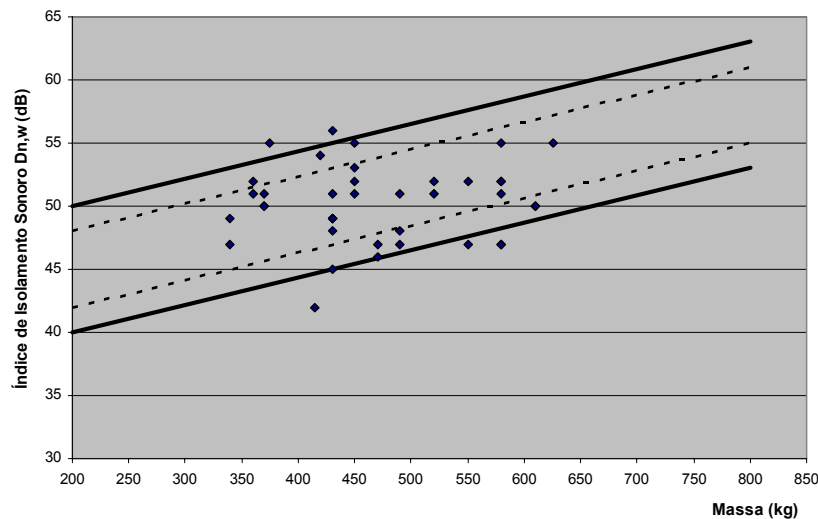


Fig. 2 – Relação entre a massa superficial dos pavimentos e o índice de isolamento sonoro a sons aéreos $D_{n,w}$

Considerando como valor do Invariante o resultado da soma dos dois índices de isolamento a sons aéreos e de percussão, da análise dos valores disponíveis, não foi possível estabelecer uma relação clara entre o valor do invariante e a massa superficial dos elementos avaliados, tal como se

verificou entre os dois índices de isolamento a sons aéreos e de percussão (figura 3), mesmo quando de considerava o aglutinamento de pavimentos de natureza e características similares.

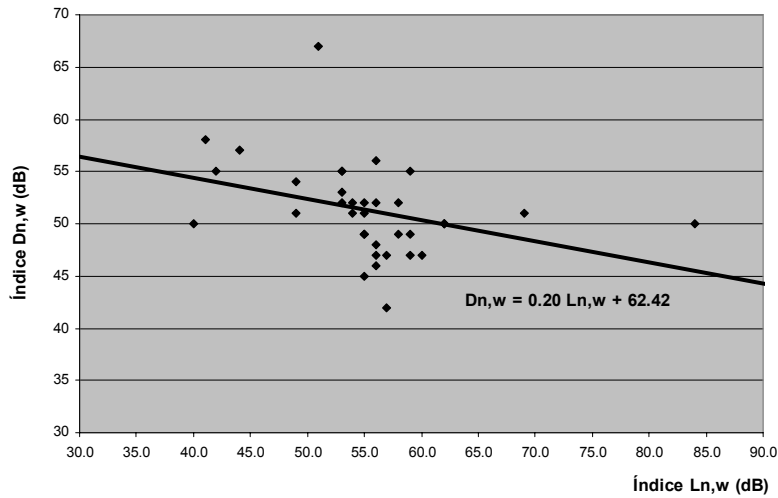


Fig. 3 – Relação entre os índices de isolamento sonoro Dn,w e Ln,w

Melhores resultados foram obtidos para a relação entre o Invariante e o índice de isolamento a sons de percussão Ln,w, tal como se pode constatar na figura seguinte.

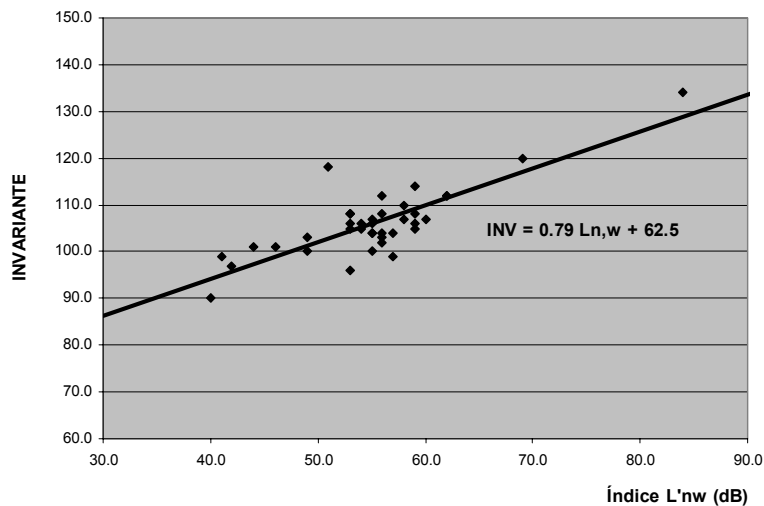


Fig. 4 – Relação entre o índice de isolamento sonoro Ln,w e o Invariante

Também quando se avalia o Invariante tendo em atenção o tipo e natureza do pavimento, em especial o tipo de revestimentos (pavimentos rígidos ou do tipo flutuante), existência de tecto falso ou a presença de um elemento de corte elástico entre a lajeta sobre a qual se aplica o revestimento final do pavimento e as camadas de regularização do elemento estrutural que suporta o referido pavimento, não foi possível estabelecer uma relação para o Invariante tendo em conta o tipo de pavimento e/ou a massa superficial do mesmo. Para os pavimentos com revestimentos rígidos colados ou solidarizados rigidamente com o elemento estrutural, ainda que o número de medições seja pouco expressivo, verificou-se um valor do invariante mais ou menos constante e próximo de 110 dB, independentemente da massa superficial do pavimento. Quando o

revestimento do pavimento é do tipo flutuante o valor do invariante continua independente da massa superficial do mesmo e assume valores próximos de 105 dB. Para os pavimentos com lajeta de betão flutuante ou com tecto falso na superfície inferior os resultados não foram muito conclusivos, já que no primeiro caso as massas superficiais dos pavimentos analisados eram muito semelhantes, razão pela qual não foi possível produzir uma certa diferenciação de resultados em função da massa e no segundo caso o número de lajes avaliadas era manifestamente insuficiente para produzir resultados conclusivos.

CONCLUSÕES

Tendo em conta o número alargado de medições efectuadas *in situ* no sentido de avaliar do ponto de vista acústico o comportamento de elementos horizontais de compartimentação no que se refere ao isolamento quer a sons aéreos, quer a sons de percussão é possível concluir os seguintes aspectos:

- Verificou-se uma certa uniformidade de comportamento dos diversos pavimentos analisados, no que diz respeito quer ás curvas de isolamento a sons aéreos, quer ás curvas de isolamento a sons de percussão, apresentado todas elas desenvolvimentos semelhantes sem dispersões ou irregularidades dignas de registo. Tal facto talvez se deva à grande similitude de todos os pavimentos avaliados.
- Determinando através de métodos experimentais a curva de isolamento sonoro para sons aéreos é possível constatar que, no que diz respeito ao seu desenvolvimento em função das bandas de frequências, a mesma de aproxima muito da curva resultante dos valores médios para cada terço de oitavas. A única diferença reside no carácter algo mais optimista da curva resultante do modelo experimental, uma vez que assume valores de isolamento superiores em cerca de 5 a 8 dB.
- Para além da boa correlação entre o Invariante e o índice de isolamento sonoro a sons de percussão não foi possível estabelecer outras relações entre os diversos parâmetros em análise (massa superficial, invariante, índice de isolamento a sons aéreos e índice de isolamento a sons de percussão).
- Ainda que não se possa generalizar a todo o tipo de pavimentos, foi possível estabelecer uma relação entre os índices de isolamento a sons de percussão e o tipo de pavimento ou revestimento do mesmo, em que se destacaria a eficiência de aproximadamente 5 dB com a introdução de um revestimento flutuante.

BIBLIOGRAFIA

[1] Sillva, Pedro Martins. Acústica de Edifícios, Informação técnica Edifícios 8. LNEC, Lisboa 1978.