

Índices de Isolamento Sonoro em Edifícios Habitacionais e Mistos. Resultados de Ensaios *in situ* do LabAV da ECO 14 e Comparação de Cenários entre o DL 129/2002 e o DL 96/2008.

A. Ricardo Fonseca¹ e A. Miguel Lopes²

ECO 14 - Serviços e Consultadoria Ambiental, Lda. – Laboratório de Acústica e Vibrações (LabAV) - Rua Prior Guerra, 50 - 2.º Esq. • 3830 - 711 Gafanha da Nazaré • www.eco14.pt • ¹ricardo@eco14.pt; ²lopes@eco14.pt

Resumo

A garantia de condições de conforto acústico nos edifícios pressupõe o cumprimento de um conjunto de critérios e normas técnica que devem ser observadas no processo construtivo, quer em fase de projecto, quer em obra. Nesta perspectiva, é fundamental garantir que as soluções construtivas garantam índices de isolamento sonoro entre fracções (a sons aéreos e a ruído de percussão) mínimos que cumpram os preceitos legais.

Nesta comunicação são apresentados resultados de ensaios acústicos *in situ* realizados em edifícios habitacionais e mistos, sendo efectuada uma análise dos mesmos em função do quadro legal vigente. São também discutidas implicações das alterações introduzidas pela nova regulamentação dos requisitos acústicos dos edifícios.

Palavras-chave: isolamento sonoro, ensaios acústicos, requisitos legais.

Abstract

Acoustic comfort in buildings requires the fulfillment of a set of technical criteria and standards that must be observed in the constructive process, both in project and in construction itself. Therefore the constructive solutions must guarantee the rates of sound insulation between spaces (airborne sound insulation and impact sound insulation) that meet the minimum legal requirements.

In this communication results of tests on housing and mixed buildings are presented, including its analysis according to the existing legal framework. Implications introduced by recent changes in the regulation of acoustic requirements of buildings are discussed.

Keywords: sound insulation, acoustic measurements, legal requirements.

1 Introdução

Com a publicação do Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio («Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios»-RRAE), foram estabelecidos requisitos acústicos para um conjunto diversificado de tipologias de edifícios, com o propósito essencial de promover uma significativa melhoria da qualidade e do conforto acústico dos mesmos. Este regulamento foi recentemente substituído pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho.

Estes requisitos referem-se basicamente a critérios de isolamento entre espaços e relativamente ao ruído exterior, de níveis de emissões admissíveis para equipamentos de serviço de edifícios e de tempos de reverberação em recintos públicos, nos quais importa salvaguardar esta variável de conforto acústico. Para além do alargamento do seu âmbito, o novo RRAE introduziu algumas alterações em matéria de parâmetros descritores dos requisitos acústicos.

Com a transição para o novo regulamento, é oportuno coligir informação sobre a aplicação do diploma de 2002 e analisar possíveis implicações decorrentes das alterações legislativas introduzidas.

Nesta comunicação apresenta-se um conjunto de resultados obtidos em ensaios *in situ* de medição de índices de isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão entre locais.

São expostos e examinados os resultados para dois casos mais comuns: edifícios habitacionais (índices de isolamento entre compartimentos de fogos contíguos) e mistos (índices de isolamento entre espaços reservados para estabelecimentos comerciais, industriais, de diversão ou de serviços e fogos).

Procede-se também a uma análise das implicações práticas das alterações previstas no novo regulamento, designadamente as resultantes das mudanças das grandezas descritoras a observar.

2 Grandezas Descritoras e Requisitos Legais

Para os edifícios que comportam usos habitacionais (exclusivamente habitacionais ou mistos), o regulamento estabelece um conjunto alargado de requisitos. Versando o presente texto os índices de isolamento entre fracções, evidenciam-se no quadro 1 os critérios relevantes da legislação em vigor.

Quadro 1 – Requisitos previstos no RRAE para edifícios habitacionais e mistos (DL 96/2008).

Grandeza	Significado	Requisito
Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, entre locais, $D_{nT,w}$	Entre compartimentos de um fogo, como locais emissores, e quartos ou zonas de estar de outro fogo, como locais receptores	$D_{nT,w} \geq 50$ dB
	Entre locais destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão, como locais emissores, e quartos ou zonas de estar de fogos habitacionais, como locais receptores	$D_{nT,w} \geq 58$ dB
Nível sonoro de ruído de percussão, padronizado, $L'_{nT,w}$	Nível de ruído percussão medido no interior de quartos ou zonas de estar de fogos habitacionais, como locais receptores, proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos de outros fogos, como locais emissores	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB
	Nível de ruído percussão medido no interior de quartos ou zonas de estar de fogos habitacionais, como locais receptores, proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos de locais do edifício destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão, como locais emissores	$L'_{nT,w} \leq 50$ dB

Dando seguimento a posições técnicas nesse sentido [3], no novo regulamento procedeu-se à troca das grandezas “normalizadas” (D_n ; L'_n) pelas “padronizadas” (D_{nT} ; L'_{nT}) na fixação dos requisitos dos índices de isolamento. A formulação destas grandezas é seguidamente expressa.

$$D_n = D - 10 \log \left(\frac{A}{A_0} \right). \quad (1)$$

em que D é a diferença de níveis sonoros medidos entre o recinto emissor e a sala receptora, A é a área de absorção sonora equivalente da sala receptora (m^2) e A_0 é a área de absorção sonora de referência (para quartos de habitações ou para salas de dimensões comparáveis, $A_0=10 m^2$).

$$D_{nT} = D + 10 \log \left(\frac{T}{T_0} \right). \quad (2)$$

em que T é o tempo de reverberação da sala receptora (s) e T_0 é o tempo de reverberação de referência (para compartimento de habitações ou com dimensões comparáveis, $T_0=0,5$ s).

$$L'_n = L + 10 \log \left(\frac{A}{A_0} \right). \quad (3)$$

$$L'_{nT} = L - 10 \log \left(\frac{T}{T_0} \right). \quad (3)$$

em que L é o nível de pressão sonora do ruído de percussão (equações 3 e 4).

Para os casos enunciados não houve qualquer alteração dos valores dos requisitos, isto é, os critérios de isolamento mantiveram-se inalterados (com a diferença, já destacada, de agora serem referenciados às grandezas padronizadas).

Nos ensaios *in situ* é incontornável a necessidade de se proceder à normalização dos valores de D e L , uma vez que as condições de reverberação do compartimento emissor condicionam os níveis sonoros medidos.

Os valores “brutos” são corrigidos considerando valores de referência para a área de absorção ($A_0=10\text{m}^2$), no caso das grandezas normalizadas, e para o tempo de reverberação ($T_0=0,5\text{s}$), nos parâmetros padronizados.

Tratam-se de valores de referência razoavelmente atribuíveis a divisões de habitações (quartos, salas) de dimensões comuns, mas a sua aplicação a salas de volumes maiores “distorce” a caracterização do isolamento, sendo que esta ocorrência tem uma amplitude tanto maior quanto mais elevado for o volume do compartimento receptor. A este respeito, o novo RRAE prevê que para «compartimentos em que haja tempo de reverberação atribuível em projecto, o valor de referência a considerar será o do respectivo tempo de dimensionamento» [5].

De toda a forma, a permuta de grandezas é tecnicamente defensável, porquanto as grandezas padronizadas são menos sensíveis às variações volumétricas relativamente às grandezas normalizadas [3]. Acresce que a nova abordagem elimina a variável volume do procedimento de cálculo, cuja medição, particularmente em salas de grandes dimensões e/ou de geometria complexa, pode constituir uma fonte não desprezável de erro.

Nas medições *in situ* destinadas à verificação do cumprimento dos requisitos acústicos enunciados, deve ser considerado um factor de incerteza, $I=3\text{dB}$, a indexar ao resultado final obtido em sentido favorável. Ou seja, para efeitos de verificação da conformidade legal, ao valor de $D_{nT,w}$ obtido em ensaio devem ser adicionados 3 dB; ao resultado de $L'_{nT,w}$ de um ensaio subtrai-se 3 dB.

3 Metodologia

Com base em ensaios efectuados pelo laboratório LabAV da ECO 14, Lda., procedeu-se à compilação e tratamento dos resultados obtidos num número significativo de ensaios. A análise incidiu sobre os seguintes casos:

- a) Isolamentos sonoros entre fracções habitacionais horizontal e verticalmente contíguas;
- b) Isolamentos sonoros entre espaços destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão e fracções habitacionais sobrejacentes.

Em detalhe, a análise contemplou os seguintes aspectos:

- Percentagem de situações de incumprimento legal (para ambas as grandezas – $D_{nT,w}$ e $L'_{nT,w}$);
- No caso a), qual das configurações de compartimentação (horizontal – paredes; vertical – lajes) é, de acordo com o conjunto de dados recolhidos, mais débil sob o ponto de vista de desempenho de isolamento;
- Cálculo de indicadores estatísticos para aferição da influência induzida pelas alterações das grandezas dos requisitos.

Todos os ensaios foram efectuados segundo a normalização ISO aplicável - NP EN ISO 140-4:2000 e EN ISO 717-1:1996 (isolamento sonoro a sons de condução aérea) EN ISO 140-7:1998 e EN ISO 717-2:1996 (isolamento sonoro ao ruído de percussão) – pelo LabAV da Eco 14, Lda., acreditado pelo Instituto Português de Acreditação.

4 Resultados de Ensaios *in Situ*

4.1 Isolamento Sonoro entre Espaços Destinados a Actividade Potencialmente Ruidosas e Habitações em Edifícios Mistos

É cada vez mais generalizada, especialmente em meio urbano, a construção de edifícios de usos diversificados, nos quais coexistem usos habitacionais com espaços dedicados a comércio, serviços ou espaços de diversão.

Em regra, são situações que configuram um risco potencial de ocorrência de incomodidade sonora, que devem ser acauteladas em fase de projecto, através da definição de soluções construtivas apropriadas.

Nas figuras seguintes apresentam-se resultados sobre ensaios de determinação de índices de isolamento sonoro realizados entre espaços destinados a actividades potencialmente ruidosas e fogos habitacionais sobrejacentes. Os resultados referem-se a um total de 30 avaliações, nas quais se determinaram os parâmetros $D_{nT,w}$ (ou $D_{n,w}$) e $L'_{nT,w}$ (ou $L'_{n,w}$), e foram efectuadas entre Janeiro/2006 e Junho/2008.

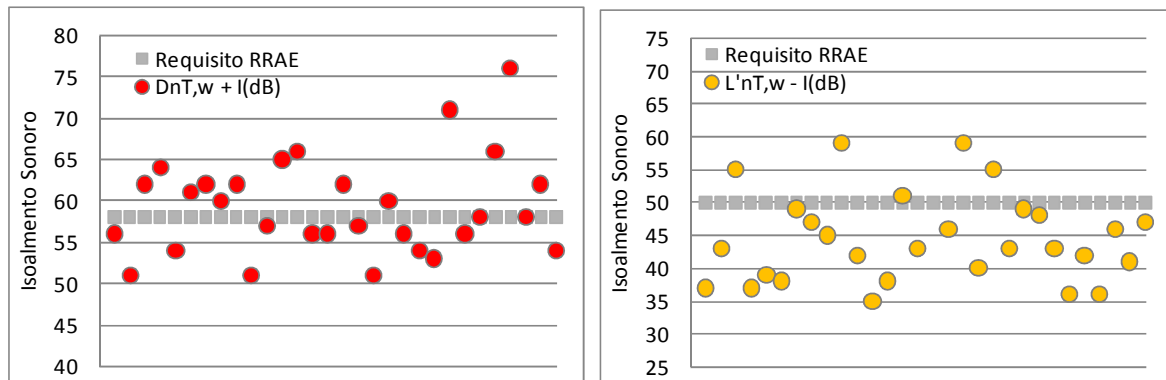


Figura 1 – Valores obtidos para os parâmetros $D_{nT,w}$ e $L'_{nT,w}$ (“corrigidos” do factor I).

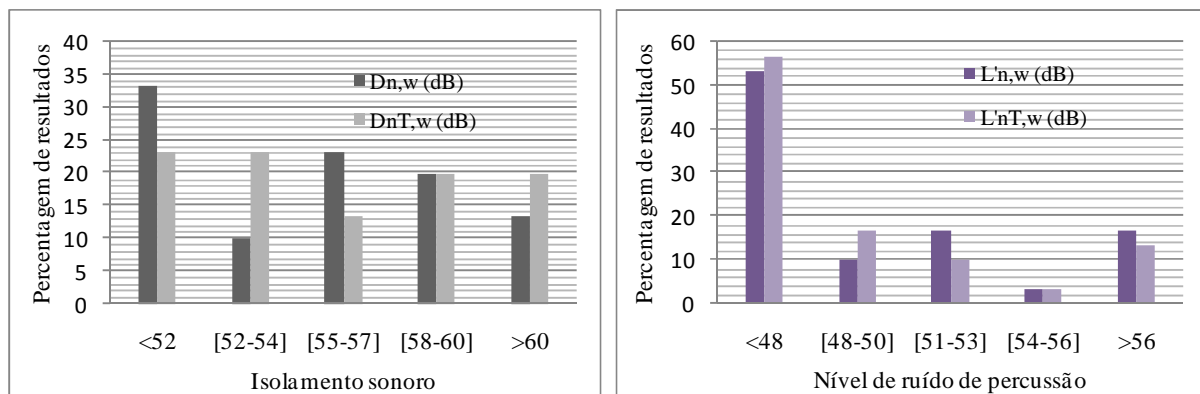


Figura 2 – Representação dos resultados em classes de valores definidas considerando o requisito do RRAE.

O quadro 2 sumariza os resultados, pondo em evidência as percentagens de (in)cumprimento legal. Os indicadores estatísticos calculados (médias e medianas de todos os resultados obtidos) possibilitam retirar dados conclusivos sobre: *i*) valores típicos de isolamento no cenário estudado (mediana) e *ii*) diferenças de resultados entre valores das grandezas normalizadas e padronizadas (média).

Quadro 2 – Síntese dos resultados obtidos – índices de isolamento entre espaços comerciais ou equiparáveis e fracções habitacionais.

	$D_{nT,w}$	$D_{n,w}$	$L'_{nT,w}$	$L'_{n,w}$
Média (dB)	56,2	54,5	46,8	48,5
Mediana (dB)	55	55	46	47
Incumprimento legal (%) $D_{nT,w} < 55dB$; $L'_{nT,w} > 53dB$	46,7	43,3	16,7	20,0
Cumprimento legal com I (%) $58dB > D_{nT,w} \geq 55dB$; $53dB \geq L'_{nT,w} > 50dB$	13,3	23,3	10,0	16,7
Cumprimento legal sem I (%) $D_{nT,w} \geq 58dB$; $L'_{nT,w} \leq 50dB$	40,0	33,3	73,3	63,3

Observação: Volume médio dos compartimentos receptores – 52 m³.

4.2 Isolamento Sonoro entre Fracções Habitacionais

No que respeita a edifícios integralmente destinados a fins habitacionais, foram compilados 26 casos distintos analisados (ensaios entre 2006 e 2008), incluindo edifícios de perfis vertical (prédios) e horizontal (grupos de moradias em banda ou geminadas)

O tratamento de dados e a apresentação de resultados obedeceu a uma abordagem idêntica.

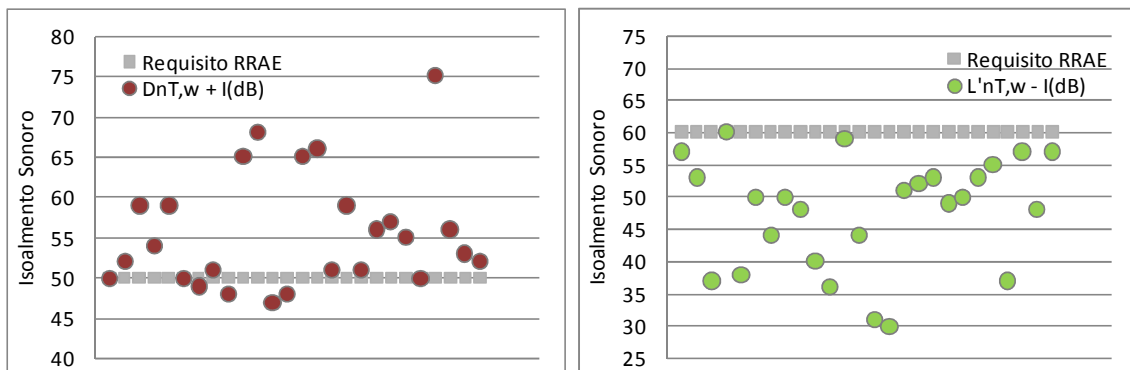


Figura 3 – Valores obtidos para os parâmetros $D_{nT,w}$ e $L'_{nT,w}$ (“corrigidos” do factor I).

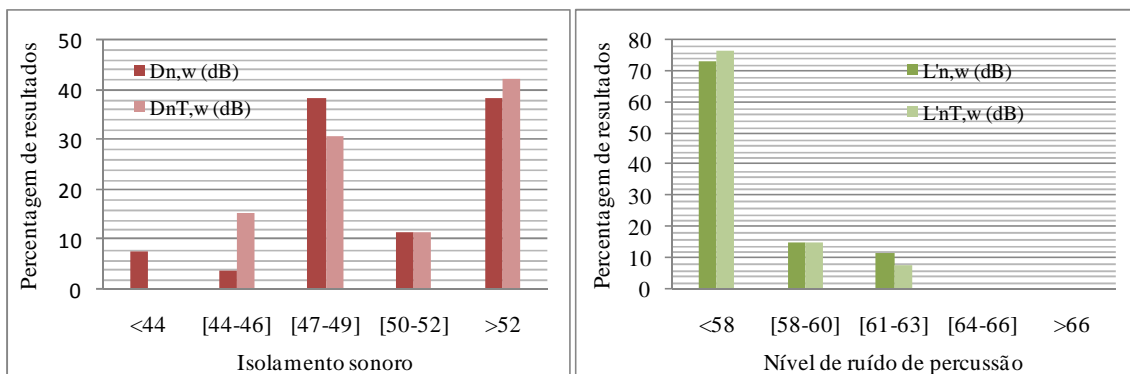


Figura 4 – Resultados em classes de valores definidas considerando o requisito do RRAE.

Quadro 3 – Síntese dos resultados obtidos – índices de isolamento entre fracções habitacionais contíguas.

	$D_{nT,w}$	$D_{n,w}$	$L'_{nT,w}$	$L'_{n,w}$
Média (dB)	52,6	52,1	50,7	51,2
Mediana (dB)	50,5	50	53	52,5
Incumprimento legal (%) $D_{nT,w} < 47dB$; $L'_{nT,w} > 63dB$	15	12	0	0
Cumprimento legal com I (%) $49dB > D_{nT,w} \geq 47dB$; $63dB \geq L'_{nT,w} > 60dB$	31	38	8	12
Cumprimento legal sem I (%) $D_{nT,w} \geq 50dB$; $L'_{nT,w} \leq 60dB$	54	50	92	88

Observação: Volume médio dos compartimentos receptores – 38 m³.

No quadro 4 faz-se uma análise comparativa entre os desempenhos de isolamento das soluções de compartimentação horizontal (lajes) e vertical (paredes), considerando-se nesta apreciação apenas os estudos que contemplaram simultaneamente os ensaios em ambos os “sentidos” (em geral, apenas nos prédios).

Quadro 4 – Resultados em casos em que foram analisados simultaneamente os desempenhos de isolamento das soluções de compartimentação horizontal (lajes) e vertical (paredes).

$D_{nT,w}(HOR)$	$D_{nT,w}(VER)$	Diferença	$L'_{nT,w}(HOR)$	$L'_{nT,w}(VER)$	Diferença
47	56	9	60	55	-5
47	48	1	53	56	3
46	53	7	47	52	5
48	54	6	53	53	0
45	47	2	51	58	7
65	72	7	39	40	1
44	53	9	62	60	-2
45	50	5	47	51	4
48	49	1	54	60	6

Observação: O *subscript* (HOR) indica os ensaios entre espaços horizontalmente contíguos (separados por paredes) e (VER) refere-se a medições entre espaços verticalmente adjacentes.

5 Conclusões

Os critérios de isolamento para os cenários de contiguidade entre utilizações de comércio, serviços, industriais ou de diversão e habitações são naturalmente mais exigentes relativamente aos edifícios exclusivamente habitacionais. A exigência é superior em 8 dB para isolamento a sons de condução aérea e em 10 dB no articulado para o nível sonoro do ruído de percussão.

O universo de casos analisados reporta-se a edifícios recentes (posteriores a 2006), cujos projectos da especialidade já careciam do cumprimento do RRAE de 2002.

Do conjunto de resultados apresentados, constata-se que a situação de mais comum desconformidade legal é o isolamento a sons aéreos entre espaços destinados a actividades potencialmente ruidosas e habitações (cerca de 47% dos casos não conformes). Acresce que em apenas 40% dos casos o valor obtido em ensaio foi igual ao superior a 58 dB (mínimo legal).

No que respeita ao ruído de percussão, o cenário não é tão negativo, com 20% de situações que não verificavam o disposto legalmente, facto que indicia uma crescente sensibilidade para a instalação de pisos menos rígidos e com melhor comportamento acústico às solicitações de impacto sobre os pisos.

No que refere às soluções de condicionamento acústico entre habitações, verificou-se, no universo de 26 casos coligidos, que todos cumpriam o critério para $L'_{nT,w}$ (ou $L'_{n,w}$). Para o isolamento a sons aéreos a percentagem de incumprimento pode ser considerada baixa (15% considerando $D_{nT,w}$), ainda que seja de relevar o facto de só em cerca de metade dos casos o valor obtido em ensaio ser efectivamente igual ou superior a 50 dB. Significa isto que, numa significativa parte dos casos, as soluções construtivas preconizadas apontam para o estrito cumprimento dos requisitos mínimos exigíveis.

Da análise do quadro 4 constata-se que os elementos de compartimentação vertical são, na generalidade dos casos avaliados, mais fracos em termos de isolamentos sonoros, com excepção de três casos ao ruído de percussão.

Relativamente às diferenças decorrentes da mudança de grandezas descritoras, verifica-se que os resultados obtidos confirmaram o que era expectável em termos teóricos. Assim, quando são assumidos os valores de $A_0=10\text{m}^2$ e de $T_0=0,5\text{s}$, verifica-se que:

- Quando o volume do compartimento receptor se afasta de valores próximos de 30 m^3 , os valores $D_{nT,w}-D_{n,w}$ e $L'_{nw,T}-L'_{n,w}$ divergem.
- Volumes maiores induzem melhores valores de índices de isolamento sonoro padronizados em frequência (superiores em D_{nT} e inferiores em L'_{nT}) relativamente aos normalizados, ocorrendo o contrário para os compartimentos receptores de pequena volumetria.

Referências

- [1] Martins da Silva, P. Acústica de Edifícios, LNEC, 1978.
- [2] Patrício, J., Acústica nos Edifícios, Edição do Autor, 2003.
- [3] Santos Lopes, L. P.; Rodrigues, M., Quantificação do desempenho acústico em edifícios. Análise comparativa das grandezas alternativas disponíveis, Acústica 2004, Guimarães.
- [4] Lages, C.; Catarino, S.; Conde Santos, L., Condições acústicas nas habitações da região do Porto, 2004, Guimarães.
- [5] Decreto-Lei n.96/2008, de 9 de Junho.