



Quantificação de desempenho acústico em edifícios

Análise comparativa das grandezas alternativas disponíveis

L. P. Santos Lopes^a Marco Rodrigues^a

^aAcustiprojecto, Lda, Rua da Misericórdia, 76, 1200-273 LISBOA Lisboa, Portugal, acusti@mail.telepac.pt

RESUMO: A quantificação do desempenho acústico de um edifício, no domínio do isolamento sonoro, do nível sonoro de percussão ou do nível sonoro de equipamentos, pode ser efectuada com recurso a diferentes grandezas alternativas, descritas na Normalização Europeia, p. ex.: Dn; DnT ou R'.

Na presente comunicação, analisam-se as implicações associadas à adopção de cada uma destas grandezas e a sua adequação aos diferentes tipos de compartimentação em edifícios.

A partir desta análise, derivam-se conclusões sobre as grandezas acolhidas na Regulamentação Portuguesa (RRAE: Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios), propondo-se a definição de um domínio de aplicação para essas grandezas, fora do qual se considera dever adoptar outras alternativas, melhor adequadas à caracterização acústica dos espaços em causa.

ABSTRACT: The characterization of a building's acoustical behaviour, regarding the airborne sound insulation, the percussion sound level or the equipment noise level, can be done by means of different alternative quantities, as described in European Normalization, e.g. Dn; DnT or R'.

This paper analyses the assumptions related to the adoption of each one of these quantities and its fitness to the different type of compartments in buildings.

Based on this analysis, conclusions are derived about the quantities adopted in the Portuguese Regulation (Building's Acoustical Requirements Regulation), and a proposal is made concerning the establishment of an application domain for these quantities, beyond which other ones, better fitted to the characterisation of those spaces, should be adopted.

1. ISOLAMENTO SONORO

As grandezas acolhidas na Normalização Europeia, relativas à descrição de isolamento sonoro entre locais, são de dois tipos:

- i) A diferença de nível sonoro ($D = L_1 - L_2$), corrigida em função do valor normalizado da área equivalente de absorção sonora (A_0) ou do tempo de reverberação (T_0), no recinto receptor.
- ii) O índice de redução sonora aparente do paramento separador, R' .

No caso i), o valor de referência de A_0 e T_0 – respectivamente 10 m^2 e $0,5 \text{ seg}$ – foram escolhidos por serem característicos de recintos comuns em edifícios compartimentados, designadamente recintos de habitação. Está-se portanto a avaliar o isolamento entre locais, expurgando o resultado de influências 'anormais' associadas a défice ou excesso de absorção sonora no local receptor.

No caso ii), opta-se por considerar o isolamento do elemento construtivo separador dos recintos emissor e receptor, englobando nele as transmissões marginais. Esta opção assume que existirá uma correlação elevada entre o isolamento aparente do elemento separador e o isolamento entre os locais por ele separados.

Sucedem que, em alguns compartimentos receptores, que apresentam volumetrias elevadas se comparadas com o recinto 'normal' (recinto $c/V = 31,25 \text{ m}^3$ e $S_{\text{sep}} = 10 \text{ m}^2$, para o qual se tem $D_n = D_{nT} = R'$), os resultados de isolamento sonoro correspondentes a estas três grandezas descritoras, podem divergir significativamente.

No quadro 1, indicam-se os valores das correcções da diferença $D = L_1 - L_2$, devidas às variações A versus A_0 , aplicáveis a recintos de diferentes volumetrias. Para este efeito, consideraram-se valores 'plausíveis' do tempo de reverberação dos recintos ($T_{\text{plausível}}$), dos quais se retiraram os valores 'plausíveis' de A ($A_{\text{plausível}}$).

(Os valores $T_{\text{plausível}}$, foram calculados segundo Sabine e admitindo estado de ocupação usual dos recintos, essencialmente distribuída no pavimento, cuja dimensão é dominante relativamente ao pé direito).

Quadro 1: correcções aos valores medidos D , por forma a se obter D_n
($D_n = D + 10 \log(A_0/A_{\text{pla}})$)

$V \text{ [m}^3\text{]}$	$A_0 \text{ [m}^2\text{]}$	$A_{\text{plausível}} \text{ [m}^2\text{]}$ ($0,16V/T_{\text{plausível}}$)	$10 \log(A_0/A_{\text{pla}}) \text{ [dB]}$
21.6	10	7.35	+1.33
31.25	10	10.0	0
62.5	10	17.5	-2.43
125	10	30.3	-4.81
250	10	52.63	-7.21
500	10	88.89	-9.49
1000	10	150.94	-11.79

Como se pode ver, a influência da correcção aumenta com o volume do recinto receptor.

No quadro 2, indicam-se igualmente os valores das correcções da diferença $D = L_1 - L_2$, quando se considera o tempo de reverberação como critério de normalização ($T_0 = 0,5 \text{ seg}$), em vez da área equivalente de absorção sonora.

Quadro 2: correcções aos valores medidos D , por forma a se obter D_{nT}
($D_{nT} = D + 10 \log(T_{\text{pla}}/T_0)$)

$V \text{ [m}^3\text{]}$	$T_0 \text{ [seg.]}$	$T_{\text{plausível}} \text{ [seg.]}$ ($0,15V^{1/3}$)	$10 \log(T_{\text{pla}}/T_0) \text{ [dB]}$
21.6	0.5	0.47	-0.3
31.25	0.5	0.5	0
62.5	0.5	0.57	+0.57
125	0.5	0.66	+1.21
250	0.5	0.76	+1.82
500	0.5	0.90	+2.55
1000	0.5	1.06	+3.26

No quadro 3, indicam-se os valores das correcções da diferença $D = L_1 - L_2$, quando se pretende obter o índice de redução sonora aparente, R' , do elemento de separação entre os recintos emissor e receptor ($R' = D - 10 \log (A_{pla}/S_{pla})$).

Quadro 3: correcções aos valores medidos D, por forma a se obter R'

V [m ³]	S _{plausível} ^(*)	A _{plausível} [m ²] (0,16V/T _{plausível})	10 log (A _{pla} /S _{pla}) [dB]
21.6	7.5	7.35	+ 0.09
31.25	10	10.0	0
62.5	12.3	17.5	- 1.53
125	18.7	30.3	- 2.10
250	28.4	52.63	- 2.68
500	43.2	88.89	- 3.13
1000	65.8	150.94	- 3.61

^(*) a partir de V = 62,5 m³, considerou-se que S_{plausível} cresce com V^{0,6} (num cubo, cresceria com V^{0,67}, mas dada a limitação usual na dimensão do pé-direito, optou-se por este valor)

2. CONCLUSÕES

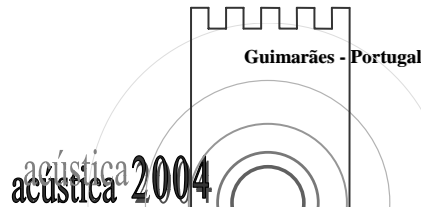
A inevitável influência da área equivalente de absorção sonora do recinto receptor, sobre o nível sonoro (L₂) neste recinto e, portanto, sobre o isolamento sonoro entre locais, conduz à necessidade de adopção de critérios de normalização desta grandeza.

Nos quadros anteriores, procurou evidenciar-se como respondem as três grandezas acolhidas na Normalização Europeia – D_n; D_{nT}; R' – quando aplicáveis a recintos de dimensões progressivamente afastadas das que se encontram em situações correntes em edifícios habitacionais.

Naturalmente que os valores comparativos apresentados, devem ser tidos em conta como indicativos, já que se apoiam em hipóteses de plausibilidade do estado de ocupação dos recintos (A_{plausível}; T_{plausível}) e da superfície do elemento separador (S_{plausível}).

Não obstante, a sua análise permite evidenciar as seguintes ocorrências:

- i) Quando as dimensões do local receptor não diferem muito do 'recinto normal', as três grandezas ajustam-se à quantificação do isolamento sonoro e não diferem substancialmente entre si.
- ii) À medida que os volumes receptores crescem, a quantificação do isolamento afasta-se do isolamento expectável, já que os valores de referência normalizados se afastam da realidade plausível (não é de esperar que um recinto com 1000 m³ possua apenas 10 m² de área equivalente de absorção sonora ou 0,5 seg de tempo de reverberação). Ainda assim, as grandezas D_{nT} e R' são as que aparentemente menos se ressentem da variação volumétrica, embora no caso de R' se deva levar em conta que os valores obtidos se basearam em duas hipóteses de plausibilidade (A_{pla} e S_{pla}) e não apenas em uma (A_{pla} ou T_{pla}), pelo que a margem de erro também deverá ser maior.



A regulamentação portuguesa (RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios; Maio 2002) adopta a grandeza D_n para quantificação do isolamento sonoro em edifícios habitacionais, escolares e hospitalares. Aparentemente, esta grandeza é a que maior sensibilidade apresenta à variação do volume receptor e, portanto, aquela que maior desajustamento poderá acarretar entre o isolamento ‘normal’ e o normalizado. De referir que na anterior regulamentação portuguesa (1987), nada era referido sobre a normalização dos isolamentos, porém a prática adoptada pelas entidades oficiais foi a de adoptar a normalização com base no valor de referência da área equivalente de absorção sonora ($A_0 = 10 \text{ m}^2$), portanto: D_n .

Actualmente na Europa (informação retirada de *cahiers du CSTB*), a grandeza D_n é acolhida pela generalidade dos países, para as medições em laboratório. Nas medições *in situ* – as que interessam à avaliação de conformidade regulamentar – as três grandezas são as acolhidas: D_{nT} em França, Reino Unido e outros; R' em Alemanha; Dinamarca e outros; a Bélgica utiliza D_n e também R' .

Em decorrência do exposto, afigura-se que deveria ser precisado um domínio de aplicação das grandezas que quantificam o isolamento sonoro, domínio este expresso em termos de volume máximo do local receptor.

Concretamente, em Portugal, onde é acolhida a grandeza D_n (sons aéreos), afigura-se que este limite deveria ser fixado em torno de $V \approx 100 \text{ m}^3$. Para volumes receptores superiores a este valor, propõe-se que seja adoptada uma das outras duas grandezas, i. e. D_{nT} ou R' (ou pura e simplesmente o valor efectivo de isolamento $D = L_1 - L_2$, se o estado de ocupação do recinto fôr o usual).

Naturalmente que esta limitação ao domínio de aplicação da grandeza quantificadora do isolamento sonoro (D_n), deverá igualmente ser aplicável ao nível sonoro de percussão ($L'n$). Neste caso, propõe-se a utilização da grandeza L'_{nT} .

Por sua vez, também o nível sonoro de equipamentos se afigura dever ser quantificado em termos normalizados, propondo-se que o nível L_{Ar} seja corrigido em função do tempo de reverberação (L_{nTAr}) em vez da área equivalente de absorção sonora (naturalmente que as grandezas A e T se relacionam linearmente entre si, segundo Sabine; mas à medida que o volume do recinto cresce, aumenta também a probabilidade de desadequação desta fórmula, fundamentalmente pela não verificação da hipótese de campo difuso em que se apoia).

A figura 1. em baixo, ilustra esquematicamente a problemática abordada nesta comunicação.

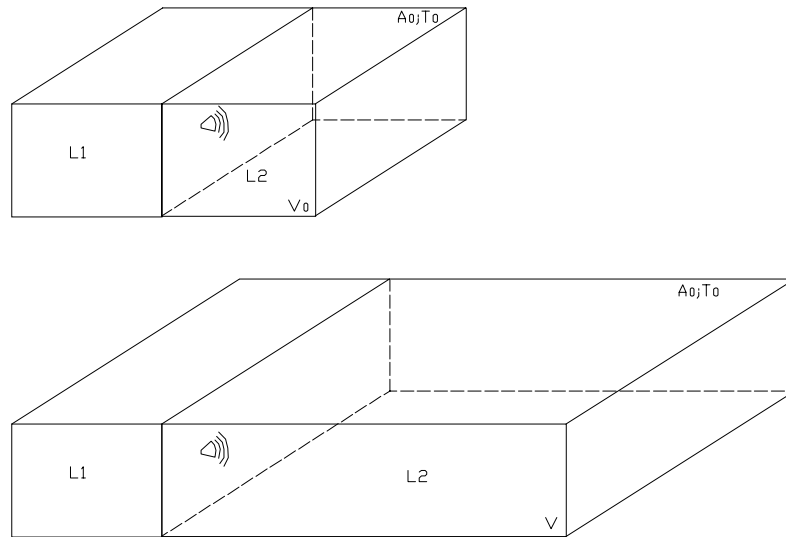


Fig. 1 – diferentes volumes receptores

$V \gg V_0 \Rightarrow A_{pla}; T_{pla}; S_{pla}$ bastante diferentes de $A_0; T_0; S_0 \Rightarrow D_n; D_nT; R'$ desajustados da realidade
(V_0 : volume do recinto receptor “normal” - 31.25 m^3)

3. REFERÊNCIAS

- [1] P. Martins da Silva; Acústica de Edifícios; LNEC, 1978
- [2] J. Patrício; Acústica nos Edifícios; Edição do Autor, Lisboa, 2004
- [3] Decreto Lei nº 129/2002, de 11 de Maio – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE)
- [4] ISO 140-4: 1998: Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and of building elements – Part 4: Field measurements of airborne sound insulation between rooms