



GHOMES
ENGINEERING

PROJECTO DE

Verificação acústica

Santa Casa da Misericórdia de Tondela
Rua Tenente Valadim - Tondela

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1 Introdução

O presente estudo acústico tem por objectivo o cálculo e verificação de elementos de divisão (paredes e pavimentos), em termos dos seus índices de isolamento sonoro, permitindo assim o controle da poluição sonora, de modo que a presente moradia possua condições de conforto acústico que salvaguardem a saúde e bem-estar dos ocupantes.

O presente edifício enquadra-se em edifício escolar. As exigências acústicas aplicam-se apenas às partes a intervencionar.

Edifícios comerciais e de serviços, e partes similares em edifícios industriais (Artigo 6.º)					
Referência	Elemento/Local		Mínimo Regulamentar		Observações
1a)	Entre o exterior dos edifícios, como local emissor, e salas de aula, de professores e administrativas, bibliotecas e gabinetes médicos, salas polivalentes e berçários como locais receptores.		$D_{2m,nT,w} \geq 28\text{dB}$ em zonas sensíveis; $D_{2m,nT,w} \geq 33\text{dB}$ em zonas mistas.		A cumprir
1b)	Locais de recepção	Salas de aula (incluindo salas de aula musical), de professores, administrativas	Bibliotecas e gabinetes médicos	Salas polivalentes e berçários	
	Salas de aula, de professores, administrativas	$D_{nT,w} \geq 45$	$D_{nT,w} \geq 45$	$D_{nT,w} \geq 45$	Existente a manter
	Salas de aula musical, salas polivalentes, refeitórios, ginásios e oficina	$D_{nT,w} \geq 55$	$D_{nT,w} \geq 58$	$D_{nT,w} \geq 50$	Existente a manter
	Berçários	$D_{nT,w} \geq 53$	$D_{nT,w} \geq 55$	$D_{nT,w} \geq 48$	Existente a manter
	Corredores de grande circulação (se não tiver porta de comunicação com os receptores acrescer 15 dB)	$D_{nT,w} \geq 30$	$D_{nT,w} \geq 35$	$D_{nT,w} \geq 30$	Existente a manter
1c)	Entre outros locais do edifício como locais emissores e o interior de salas de aula, de professores, administrativas, bibliotecas e gabinetes médicos, salas polivalentes e berçários, como locais receptores, deve satisfazer o seguinte:		$L'_{nT,w} \leq 60\text{dB}$, se o local emissor for corredor de grande circulação, ginásio, refeitório ou oficina; $L'_{nT,w} \leq 65\text{dB}$, se o local emissor for salas de aulas, berçários ou salas polivalentes.		Existente a manter
1d)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000 Hz), T, com mobiliário e sem ocupação.		$T \leq 0,15 \times V^{1/3}$ [S] em salas de aula, salas polivalentes, bibliotecas, refeitórios e ginásios.		Existente a manter
1e)	Área de absorção sonora equivalente, A (m²), corresponde à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz.		$\geq 25\%$ da superfície de pavimento dos locais considerados.		Existente a manter
1f)	Em compartimentos receptores o valor de $L_{Ar,nT}$ do ruído particular de equipamentos deve satisfazer o seguinte:		Locais	Nível de avaliação, $L_{Ar,nT}$	Existente a manter
			Biblioteca	$L_{Ar,nT} \leq 35$ (A) (se o funcionamento do equipamento for intermitente)	Existente a manter
			Salas de aula, de professores, administrativas; Gabinetes médicos; Salas polivalentes e berçários.	$L_{Ar,nT} \leq 30$ (A) (se o funcionamento do equipamento for contínuo); $L_{Ar,nT} \leq 40$ (A) (se o funcionamento do equipamento for intermitente); $L_{Ar,nT} \leq 35$ (A) (se o funcionamento do equipamento for contínuo).	Existente a manter
5	O edifício ou qualquer das suas fracções é considerado conforme aos requisitos acústicos aplicáveis quando:		Os valores de $D_{2m,nT,w}$ e $D_{nT,w}$ acrescidos do factor / de 3dB satisfazem os limites regulamentares; Os valores de $L'_{nT,w}$ e $L_{Ar,nT}$ diminuídos do factor / de		Existente a manter

		3dB satisfazem os limites regulamentares; O valor obtido para o tempo de reverberação, T, diminuído do factor / no valor de 25% do limite regulamentar, satisfaça o limite regulamentar.	
--	--	---	--

O local de implantação do edifício está classificado como zona mista por estar afastada do arruamento confinante.

Este controlo realiza-se por meio da aplicação do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de Junho com a excepção do artigo 10.9-A).

2 Metodologias do estudo

Para a análise das verificações a realizar do citado regulamento, o Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) proporciona publicações com metodologias que caracterizam o isolamento sonoro de paredes e pavimentos. De seguida descrevem-se alguns conceitos necessários para a avaliação do isolamento.

3 Isolamento sonoro a sons aéreos

Chama-se ruído aéreo aos sons transmitidos via aérea.

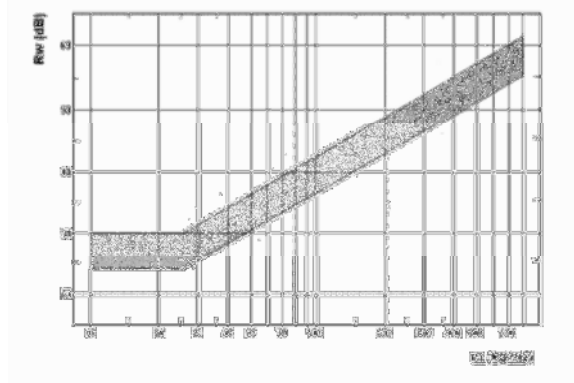
Para o caso de edifícios, a fonte sonora originária desta excitação, pode ser o ruído do tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo, o funcionamento de equipamentos colectivos e/ou individuais, a própria conversação, actividades quotidianas, etc. A origem destas fontes sonoras podem estar tanto no interior como no exterior do edifício. Assim, o regulamento estabelece limites de isolamento sonoro, segundo a localização de cada elemento de divisão, diferenciando a envolvente exterior do edifício dos diferentes elementos de divisão interna.

Existem vários métodos para a caracterização do isolamento a sons aéreos. Dividem-se em métodos de medição "in situ" e métodos estimativos. Para calcular o isolamento sonoro a sons de condução aérea, de um determinado elemento de divisão utilizou-se a chamada Lei da Massa.

A lei da Massa é um método estimativo que estabelece que a redução de intensidade acústica através de um determinado elemento, é função do quadrado do produto da massa unitária "m" pela frequência considerada "f". O resultado desta equação expressa-se decibel (dB).

$$a \approx 10 \cdot \log(f \cdot M)^2$$

Desta equação pode deduzir-se matematicamente que, para uma frequência fixa, o isolamento aumenta tão só 6 dB quando se duplica a massa. Analogamente, para uma dada massa fixa, o isolamento cresce 6 dB ao duplicar a frequência. Esta análise permite que na prática se utilizem divisões constituídas por vários elementos para aumentar o isolamento sonoro sem ter que recorrer a um aumento excessivo da massa. A representação gráfica para as divisões homogéneas, isto é, paredes simples, é uma recta logarítmica que mostra a evolução do isolamento sonoro em função da massa superficial.



4 Frequência de ressonância

Uma parede dupla (parede composta por painéis separados por uma caixa-de-ar) representa, a baixas frequências, um sistema massa-mola-massa, onde as massas correspondem aos dois panos de parede e a mola à caixa-de-ar que os separa.

Um sistema assim é capaz de vibrar e possui uma frequência própria de ressonância definida pela fórmula:

$$f_R = \frac{c}{2 \cdot \prod} \cdot \sqrt{\frac{(m_1 + m_2) \cdot \rho}{m_1 \cdot m_2 \cdot d}}$$

Sendo:

c = Velocidade de propagação do som no ar (340 m/s)

m_i = Massa superficial do pano i

ρ = Massa volúmica do ar (1.18 Kg/m³)

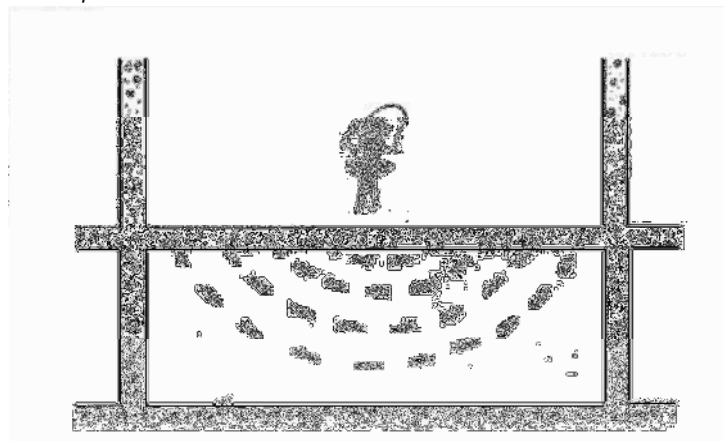
d = Espessura da lâmina de ar (m)

Esta frequência será tanto mais baixa quanto maiores forem as massas e/ou maior a distância entre elas. Para esta frequência o isolamento sonoro é baixo, praticamente nulo.

Portanto, o objectivo será conseguir que esta frequência seja o mais baixa possível, já que a sensibilidade do ouvido diminui ao diminuir a frequência.

5 Isolamento sonoro a sons de percussão

Para o caso dos pavimentos é necessário verificar o isolamento que possuem, mediante a actividade produzida na parte superior dos mesmos e que provoca os sons de percussão que são considerados como os mais desagradáveis no comportamento acústico de um edifício. Isto deve-se à fácil propagação por toda a estrutura, através das uniões rígidas existentes, provocando campos sonoros que podem chegar a pontos distantes da origem da excitação sonora.



Como no caso anterior, também existem vários métodos para a caracterização do isolamento a sons de percussão: métodos de medição "in situ" e métodos estimativos. No presente estudo utilizou-se o método do invariante para avaliar as condições de isolamento a sons de percussão. Este método estimativo baseia-se numa formulação teórica que representa, de uma forma mais ou menos aproximada, a realidade. Em geral, os métodos estimativos usam-se na fase de desenho e concepção dos pavimentos, isto é, na formulação do projecto do edifício.

O fundamento teórico do método é o princípio da reciprocidade, que considera o seguinte: se uma determinada força F_1 , que actua no ponto 1, estabelece uma velocidade de vibração no ponto 2 de valor V_{12} , outra força F_2 de igual valor a F_1 e aplicada no ponto 2, originará no ponto 1 uma velocidade $V_{21} = V_{12}$.

Aplicando a um local reverberante temos que: quando uma divisão homogénea está excitada por um campo reverberante difuso originado por uma fonte de sons aéreos, a velocidade de vibração pode ser directamente determinada a partir da energia sonora irradiada pelo referido elemento, quando este se gera com uma fonte de excitação pontual; o inverso também é verdadeiro.

Para aplicar este método consideram-se os pavimentos classificados em “lajes-tipo”, aos quais corresponde um valor constante de $R_w + L'n$ que será, para um determinado pavimento, a soma do seu índice de redução sonora (R_w) em dB e o nível sonoro médio relativo a sons de percussão ($L'n$) em dB/oit. Este valor vem definido por tabelas, obtidas a partir de análises de um número elevado de dados experimentais. De seguida reproduzem-se as tabelas usadas para os cálculos:

	$R_w + L'n$
Laje maciça	135
Laje aligeirada com vigotas	145
Laje fungiforme aligeirada	140

Estes valores do invariante serão minorados num valor Δp dependente do revestimento dos pavimentos e da utilização de “lajeta flutuante”. Assim, para a obtenção do índice $L'n$ a partir dos dados R_w e Invariante, considera-se:

$$(R_w + L'n) - \Delta p_{l.flutuante} - \Delta p_{revestimento}$$

$\Delta p_{l.flutuante}$

Sem lajeta flutuante	Com lajeta flutuante de 4 cm, revestida a tacos de madeira	Com lajeta flutuante de 4cm, e outros revestimentos*
0	15 a 20	10

$\Delta p_{revestimento}$

Δp	Soalho	Tacos madeira	Lamparquete	Revestimentos duros **	Alcatifa fina	Alcatifa espessa	Aglomerado de cortiça
Sem lajeta flutuante	18	10	0	0	12	26	14
Com lajeta flutuante	18	0	0	0	12	20	14

* Outros revestimentos: soalho, lamparquete, mosaico hidráulico, mosaico cerâmico, pedra, alcatifa fina e espessa, aglomerado composto de cortiça.

** Revestimentos duros: mosaico hidráulico, mosaico cerâmico e pedra.

6 Cálculo e verificação

Uma vez recolhidas e introduzidas as características do elemento, procede-se ao cálculo dos índices de isolamento sonoro, de acordo com a tipologia do elemento definido.

Para tal empregam-se as formulações e métodos que se descrevem de seguida.

Após o cálculo efectua-se a comparação com os valores regulamentares.

7 Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes simples

Geralmente, para aplicar o procedimento de cálculo da Lei da Massa, obtém-se o somatório de todas as massas superficiais dos elementos que compõem o elemento de divisão.

$$Massa_{Supeficial} = Peso_{Específico} \cdot Espessura$$

$$(kg / m^2) = (kg / m^3) \cdot (m)$$

Com este valor entra-se no gráfico da Lei da Massa e obtém-se uma gama de valores, em dB. O presente estudo toma como solução válida um valor médio.

8 Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes duplas

Em paredes heterogéneas, no caso das paredes duplas, é necessário aplicar correcções ao valor de isolamento obtido com a Lei da Massa.

Para que uma parede dupla seja tratada como tal importa cumprir algumas condições:

A frequência de ressonância dos painéis de uma parede dupla deve ser inferior a 63 Hz.

A espessura da caixa-de-ar da parede não deve ser inferior ao valor obtido pela seguinte expressão:

$$d > 0.9x \left(\frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)$$

A caixa-de-ar deve ser semi-preenchida com elemento absorvente com um mínimo de 4 cm de espessura.

Cumprindo-se estas três condições, o índice obtido do gráfico será aumentado entre 3 a 5 dB, consoante os casos. Caso contrário, a parede será tratada como uma parede simples.

9	Índice de redução sonora a sons de condução aérea em paredes com envidraçados e ou com portas
----------	--

Para a obtenção do isolamento sonoro dos envidraçados, também se recorre à Lei da Massa.

Partindo do valor da massa superficial global da superfície envidraçada, obtém-se o valor médio do isolamento sonoro.

No caso das portas é introduzido um valor específico para uma determinada porta de acordo com estudos existentes ou catálogos de fabricantes.

O valor global do índice de redução sonora a sons de condução aérea, será obtido a partir do respectivo valor da parte opaca, da parte envidraçada e da porta, através da fórmula seguinte:

$$R_T = 10 \cdot \log \frac{\sum S_i}{\sum \left(\frac{S_i}{10^{R_i/10}} \right)}$$

Sendo:

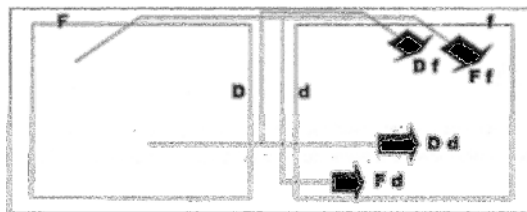
S_i = Área da superfície i .

R_i = isolamento sonoro de i .

R_T = isolamento total resultante.

10	Transmissões marginais
-----------	-------------------------------

A transmissão de energia sonora entre dois espaços pode-se considerar como a soma da transmissão do som estrutural através de vários caminhos. Cada caminho pode identificar-se por um elemento i sobre o qual o som incide no compartimento emissor e um elemento radiante j no compartimento receptor. Os caminhos de propagação da energia sonora através de uma via directa e marginal mostram-se na seguinte figura:



A aplicação do modelo simplificado para o cálculo das transmissões marginais restringe-se para elementos de compartimentação fundamentalmente homogêneos.

Para efeitos de amortecimento estrutural dos elementos, considera-se o seu valor médio, desprezando as particularidades de cada situação. Considerou-se como aproximação o valor de 500 Hz para todo o cálculo.

O índice de redução sonora vem dado pela seguinte fórmula:

$$R'_w = -10 \cdot \log \left[10^{-R_{Dd,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Ff,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Df,w}/10} + \sum_{f=1}^n 10^{-R_{Fd,w}/10} \right] \text{ dB}$$

em que:

$R_{Dd,w}$ é o índice de redução sonora para a transmissão directa, em dB;

$R_{Ff,w}$ é o índice de redução sonora por via marginal para o caminho de transmissão Ff , em dB;
 $R_{Df,w}$ é o índice de redução sonora por via marginal para o caminho de transmissão Df , em dB;
 $R_{Fd,w}$ é o índice de redução sonora por via marginal para o caminho de transmissão Fd , em dB;
 n é o número de elementos marginais no compartimento.
 Os índices de redução sonora por via marginal determinam-se a partir das seguintes fórmulas:

$$R_{Ff,w} = \frac{R_{F,w} + R_{f,w}}{2} + K_{Ff} + 10 \log \frac{S_s}{L_f} \text{ dB}$$

$$R_{Ff,w} = \frac{R_{F,w} + R_{s,w}}{2} + K_{Fd} + 10 \log \frac{S_s}{L_f} \text{ dB}$$

$$R_{Ff,w} = \frac{R_{s,w} + R_{F,w}}{2} + K_{Df} + 10 \log \frac{S_s}{L_f} \text{ dB}$$

onde:

$R_{F,w}$ é o índice de redução sonora do elemento marginal F , no compartimento emissor, em dB;
 $R_{f,w}$ é o índice de redução sonora do elemento marginal f , no compartimento receptor, em dB;
 $R_{s,w}$ é o índice de redução sonora do elemento principal, em dB;
 K_{Ff} é o índice de redução de transmissão de vibrações pelo encaminhamento Ff , em dB;
 K_{Fd} é o índice de redução de transmissão de vibrações pelo encaminhamento Fd , em dB;
 K_{Df} é o índice de redução de transmissão de vibrações pelo encaminhamento Df , em dB;
 S_s é a superfície do elemento de separação, em metros quadrados;
 L_f é o comprimento da linha de junção entre o elemento de separação e os elementos marginais F e f , em metros;

Este cálculo não tem em conta as melhorias do índice de redução sonora dos elementos, com a excepção dos pavimentos, cuja aplicação de revestimentos, lajetas flutuantes e tectos falsos tem uma função importante no isolamento sonoro.

Segundo a norma EN 12354-1 2000 os índices de redução de transmissão de vibrações podem-se calcular tomando como entrada o seguinte parâmetro:

$$M = \log \frac{m'_{\perp i}}{m'_i}$$

em que

$m'_{\perp i}$ é a massa superficial do elemento i no caminho de transmissão ij , em kg/m²;

m'_i é a massa superficial do outro elemento, perpendicular ao i , que forma a união, em kg/m²

Seguidamente, descrevem-se os distintos tipos de uniões estabelecidas na norma europeia.

União rígida em cruz:

$$K_{13} = 8.7 + 17.1M + 5.7M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 8.7 + 5.7M^2 (=K_{23}) \text{ dB}$$

União rígida em T

$$K_{13} = 5.7 + 14.1M + 5.7M^2 \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5.7 + 5.7M^2 (=K_{23}) \text{ dB}$$

União de paredes com interposição de elementos resilientes

$$K_{13} = 5.7 + 14.1M + 5.7M^2 + 2\Delta_1 \text{ dB}$$

$$K_{24} = 3.7 + 14.1M + 5.7M^2 \quad (-4 \leq K_{24} \leq 0) \text{ dB}$$

$$K_{12} = 5.7 + 5.7M^2 + \Delta_1 (=K_{23}) \text{ dB}$$

$$\Delta_1 = 10 \cdot \log \frac{500}{125} \text{ dB}$$

Junção em canto

$$K_{12} = 15 |M| - 3 \text{ dB}; -2 \text{ dB mínimo}$$

Variação de geometria

$$K_{12} = 5M^2 - 5 (=K_{21}) \text{ dB}$$

Para a determinação do índice de isolamento a sons de percussão calcula-se um índice de correcção K que se obtém da seguinte tabela

Massa superficial do elemento separador em kg/m ²	Massa superficial média dos elementos marginais (paredes), homogêneos e não revestidos em 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

11 Índices de isolamento sonoro a sons aéreos e de percussão

Uma vez definidas as transmissões marginais, calculam-se os respectivos índices com as seguintes fórmulas, segundo a norma EN12354:

$$D_{nT,w} = R_w - TR_{aereo} + 10 \cdot \log \left(\frac{0.16xV}{T_o \times S_s} \right) \text{ (dB)}$$

$$L'_{nT,w} = L'_n + TR_{percussao} - 10 \cdot \log \left(\frac{0.16xV}{T_o \times S_s} \right) \text{ (dB)}$$

onde:

T₀ representa o tempo de reverberação de referência, em segundos;

V representa o volume do compartimento receptor, em m³;

S_s representa a área do elemento separador, em m²;

A₀ representa a área de absorção equivalente de referência, de valor 10 m²

TR representa a transmissão marginal.

12 Tempo de reverberação

O tempo de reverberação calcula-se mediante a fórmula de Sabine:

$$T = 0.161 \times \frac{V}{A}$$

em que:

T é o tempo de reverberação do compartimento em segundos;

V é o volume do compartimento em m³;

A é a área de absorção sonora equivalente.

Este último termo inclui a área de absorção sonora de cada uma das envolventes do compartimento, assim como os diferentes objectos e pessoas que estão no compartimento.

$$A = \sum_{n=1}^t \alpha_{s,n} S_n + \sum_{j=1}^0 A_{obj,j} + \sum_{k=1}^p \alpha_{s,k} S_k + A_{ar}$$

onde:

$\alpha_{s,n}$ é o coeficiente de absorção sonora equivalente de cada uma das paredes, tectos e pavimentos que formam o compartimento;

S_n é a área de cada uma das paredes, tectos e pavimentos que formam o compartimento em m²;

$A_{obj,j}$ é a área de absorção sonora de um objecto com dimensão irregular em m²;

$\alpha_{s,k}$ é o coeficiente de absorção sonora equivalente de objectos e pessoas que estão no compartimento;

S_k é a área sonora equivalente de objectos e pessoas que estão no compartimento em m²;

A_{ar} é a área sonora equivalente do volume de ar contido no compartimento em m²;

O coeficiente de absorção sonora de cada uma das envolventes do compartimento calcula-se com a seguinte fórmula:

$$\alpha_{S,n} = \frac{\alpha_{500,n} + \alpha_{1000,n} + \alpha_{2000,n}}{3}$$

em que:

$\alpha_{500,n}$ é o coeficiente de absorção sonora a 500 Hz;

$\alpha_{1000,n}$ é o coeficiente de absorção sonora a 1000 Hz;

$\alpha_{2000,n}$ é o coeficiente de absorção sonora a 2000 Hz;

13 Equipamentos

O ruído produzido pelos equipamentos situados em compartimentos contíguos calcula-se da seguinte forma:

$$L_{Ar} = L_{Aeq} + K$$

$$L_{Ar,nT} = L_w + 10 \cdot \log \left(\frac{D}{4 \times \pi \times r^2} + \frac{4}{R} \right) - D_{nT,w} + K$$

onde:

L_w representa o nível de potência sonora do equipamento.

D representa o factor de direccionalidade para caracterizar o ângulo sólido da transmissão. Pode tomar valores segundo a posição do equipamento no compartimento (centro, canto, lateral e suspensa).

r representa o raio da maior esfera que pode ser inscrita no espaço, ou seja, metade do pé direito do compartimento onde está o equipamento. O calculo foi elaborado através da divisão do volume do compartimento pela área do pavimento.

R representa a correcção da área de absorção do compartimento emissor.

$D_{nT,w}$ representa o índice de isolamento sonoro a sons aéreos, padronizado (em dB).

K representa a correcção tonal do equipamento cujo valor é 3dB(A).

Para além destes parâmetros, o estudo deve contemplar para cada equipamento o tipo de funcionamento para realizar as verificações de acordo com o regulamento.

14 Tipologias das divisões

Em termos acústicos as paredes podem dividir-se em dois tipos fundamentais:

Paredes simples

Entende-se por parede simples aquela que não é constituída por várias paredes independentes. Não é necessário que seja uma parede homogênea (de um só material), mas deve garantir que os pontos situados numa mesma normal não modifiquem a sua distância mútua, quando a parede é sujeita a vibrações.

Para obter um bom isolamento sonoro, estas paredes devem-se construir de acordo com os seguintes pontos:

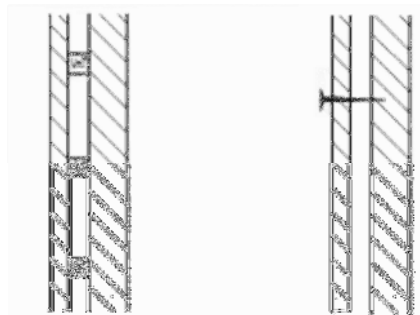
- Suficientemente pesadas
- Debilmente rígidas
- Estanques ao ar

Paredes duplas

São paredes que melhoram consideravelmente o isolamento sonoro, sem um incremento económico excessivo nem uma sobrecarga excessiva na estrutura.

Enquanto que a melhoria do isolamento sonoro resultante da duplicação do peso das paredes simples (6 dB, segundo a lei de massa) compensa o gasto no caso de paredes ligeiras, para paredes pesadas já não é tão rentável. Ou seja, para uma parede de 100 kg/m^2 , que tem um isolamento de 40 dB, aumentando a sua massa outros 100 kg/m^2 obteríamos 46 dB. Se

colocarmos estes panos de 100 kg/m^2 separados uma certa distância, em teoria obtinha-se um isolamento médio de 80 dB em vez dos 46 dB.



Em obra, a completa separação não se pode realizar devido principalmente às uniões mecânicas existentes, que fazem com que os elementos estejam parcialmente acoplados.

Assim, é conveniente evitar, se possível, que existam uniões rígidas entre os panos já que estas provocam uma ponte acústica, que reduz o efeito de parede dupla.

A tipologia de divisões para envolvente corrente:

Paredes exteriores

- Parede dupla de tijolo furado
- Parede dupla de tijolo furado e placas de gesso
- Parede dupla de tijolo maciço e furado
- Parede dupla de tijolo maciço e placas de gesso
- Parede dupla de pedra e tijolo furado
- Parede dupla de pedra e placas de gesso
- Parede de fachada ventilada

Paredes interiores

- Parede dupla de tijolo furado
- Parede simples de tijolo furado
- Parede maciça de betão armado

Pavimentos

Os pavimentos compõem-se em várias camadas de materiais, com revestimento na sua parte superior. Na parte inferior ao elemento resistente, existem várias soluções a escolher: com reboco, sem reboco ou com tecto falso suspenso, que permitirá incrementar o isolamento sonoro do pavimento.

O elemento resistente é também seleccionado (laje maciça, aligeirada de vigotas e fungiforme aligeirada).

Divisões genéricas

Para casos particulares em que se deseje avaliar acusticamente uma divisão específica, parede ou pavimento, não incluídas nas tipologias definidas anteriormente, poderá usar-se este tipo de elementos, para os quais se podem definir combinações de materiais.

O tratamento dos materiais realiza-se através do uso de bibliotecas, das quais se obtêm os materiais a empregar nas obras. Para cada material deve definir-se a sua espessura e massa superficial, assim como a trama que se usará para representação gráfica. Estas bibliotecas são definidas pelo utilizador e podem ser importadas de umas obras para as outras.

As divisões definidas nesta opção também estão divididas em: paredes simples e paredes duplas; com ou sem tecto falso e reboco, no caso de pavimentos.

Assim o estudo aplicará para cada caso o cálculo correspondente, fundamentado na Lei da Massa.

No entanto, para paredes em placa de gesso e materiais semelhantes, não é adequada a utilização da Lei da Massa, pelo que deve ter-se o cuidado de verificar se a metodologia se pode aplicar em paredes constituídas por elementos desta natureza.

A existência de um elemento absorvente acústico e a definição das espessuras, são as condições suficientes para definir uma divisão composta e assim aplicar o cálculo, sem o afectar com a eventual melhoria acústica da caixa-de-ar.

Para os pavimentos genéricos solicita-se a informação do Invariante $R_w + L'n$ que será a soma, para um determinado pavimento, do seu índice de redução sonora R_w com o nível sonoro médio relativo a sons de percussão $L'n$. Este valor obtém-se por ensaios e/ou por aproximação aos tipos de pavimento já definidos.

15	Conclusões
----	------------

Face ao anteriormente exposto e de acordo com a substituição da caixilharia por uma nova com melhor isolamento acústico, somos a concluir que a solução preconizada cumpre as imposições regulamentares em termos do disposto no D.L. 96/2008 de 9 de Junho.

Silvã, 04 de dezembro de 2024
O técnico

Paulo Jorge Alves Gomes – O.E.T. 24133