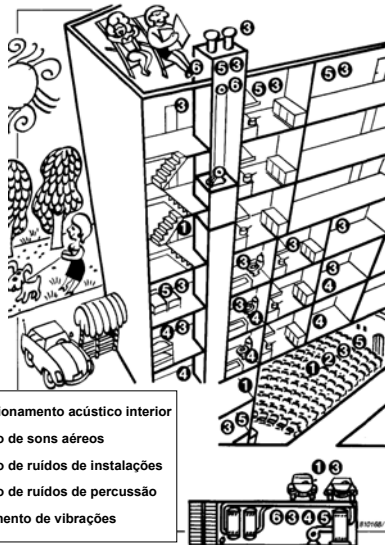


## Acústica em Reabilitação de Edifícios

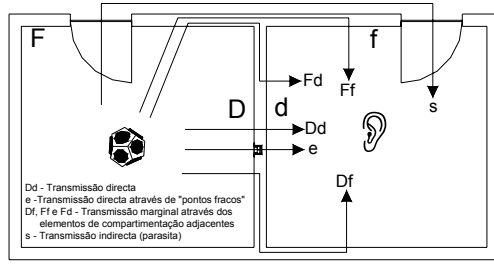
Parte 3 - Isolamento a Sons Aéreos

### Acústica de edifícios



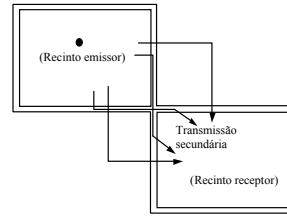
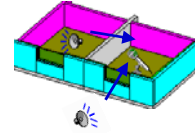
- 1+2 - Condicionamento acústico interior
- 3 - Isolamento de sons aéreos
- 4 - Isolamento de ruídos de instalações
- 5 - Isolamento de ruídos de percussão
- 6 - Amortecimento de vibrações

Isolamento a sons aéreos



Dd - Transmissão directa  
 e - Transmissão directa através de "pontos fracos"  
 Df, Ff e Fd - Transmissão marginal através dos elementos de compartimentação adjacentes  
 s - Transmissão indirecta (parasita)

Caminhos de transmissão possíveis entre duas salas adjacentes.



Transmissão apenas por via secundária

$$\tau' = \tau_d + \sum_{f=1}^n \tau_f + \sum_{e=1}^m \tau_e + \sum_{s=1}^k \tau_s$$

$$R'_w = -10 \log \left( 10^{(-R_{Dd,w}/10)} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{j=1}^m 10^{(-D_{n,e,w}/10)} + \frac{A_0}{S_S} \sum_{i=1}^k 10^{(-D_{n,s,w}/10)} + \sum_{F=f=1}^n 10^{(-R_{Ff,w}/10)} + \sum_{f=1}^n 10^{(-R_{Df,w}/10)} + \sum_{F=1}^n 10^{(-R_{Fd,w}/10)} \right)$$

$$\begin{cases} \tau_d = 10^{(-R_d/10)} \\ \tau_f = 10^{(-R_f/10)} \\ \tau_e = 10^{(-D_{n,e}/10)} \\ \tau_s = 10^{(-D_{n,s}/10)} \end{cases}$$

$$D_{n,e,w}$$

Índices de isolamento acústico normalizado, obtidos em obra (em alguns casos podem ser fornecidos pelos fabricantes - ex. caixas de estores, condutas, etc.)

$$D_{n,s,w}$$

$$R_{Dd,w}$$

$$R_{Ff,w}$$

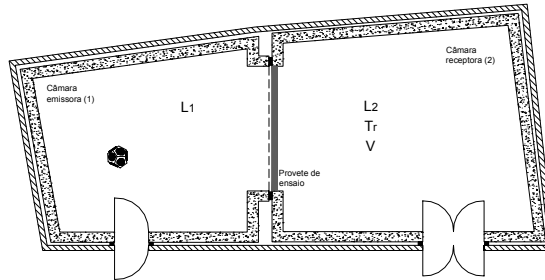
$$R_{Fd,w}$$

$$R_{Df,w}$$

Índices de isolamento obtidos em laboratório. As designações em índice e, s, Dd, Ff, Fd e Df indicam o caminho de transmissão, de acordo com a Norma EN 12354-1, podem ser obtidos através das seguintes expressões:

$$\begin{cases} R_{Dd,w} = R_{S,w} + \Delta R_{Dd,w} \\ R_{Ff,w} = \frac{R_{F,w} + R_{f,w}}{2} + \Delta R_{Ff,w} + K_{Ff} + 10 \log \left( \frac{S_S}{l_0 l_f} \right) \\ R_{Fd,w} = \frac{R_{F,w} + R_{S,w}}{2} + \Delta R_{Fd,w} + K_{Fd} + 10 \log \left( \frac{S_S}{l_0 l_f} \right) \\ R_{Df,w} = \frac{R_{S,w} + R_{f,w}}{2} + \Delta R_{Df,w} + K_{Df} + 10 \log \left( \frac{S_S}{l_0 l_f} \right) \end{cases}$$

Avaliação de Isolamento Sonoro - Método de caracterização experimental



Esquema de ensaio para caracterização do isolamento a sons aéreos em laboratório.

Avaliação em laboratório:

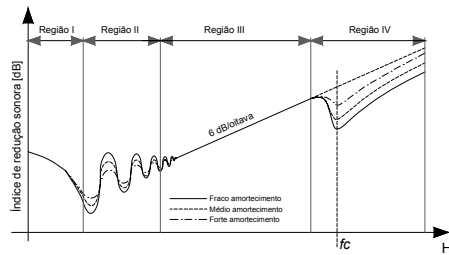
$$R = L_1 - L_2 + 10 \log \left( \frac{S T_r}{0.16 V} \right) \quad \text{NP EN ISO 140-3}$$

Avaliação em obra: Entre compartimentos interiores (NP EN ISO 140-4) de fachada (NP EN ISO 140-5)

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad D_{2m,nT} = L_{1,2m} - L_2 + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right)$$

Avaliação de Isolamento Sonoro - Modelos simplificados de previsão

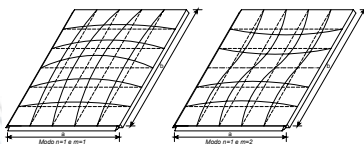
Elementos simples



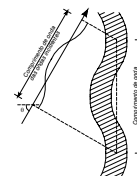
Índice de redução sonora conferido por um elemento de separação simples.

Na Região III, para um campo difuso, é dado aproximadamente por:

$$R = 20 \log(fm) - 47 \text{ dB}$$

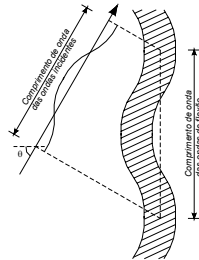


Vibração transversal



Vibração longitudinal - efeito de coincidência

Efeito de coincidência



$$f_c = \frac{c^2}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho h}{D}} \approx 0.55 \frac{c^2}{h} \sqrt{\frac{\rho(1-\nu^2)}{E}}$$

Densidades e frequências críticas de alguns dos materiais habitualmente aplicados em edifícios.

Material	Densidade [kg/m <sup>3</sup> ]	f <sub>c</sub> h [Hz x cm]
Alumínio	2.7	1200
Betão (denso)	2.3	1800
Blocos aligeirados de betão	1.1	2100
Parede de alvenaria de tijolo	1.2	2700
Madeira	0.55	900
Aglomerado de madeira	0.5	1600
Vidro	2.5	1200
Aço	7.8	1250
Gesso cartonado	0.8	3800

Ex. Parede de alvenaria de tijolo com esp.=15cm => 2700 / 15 = 180 Hz

Elementos simples – Método SHARP

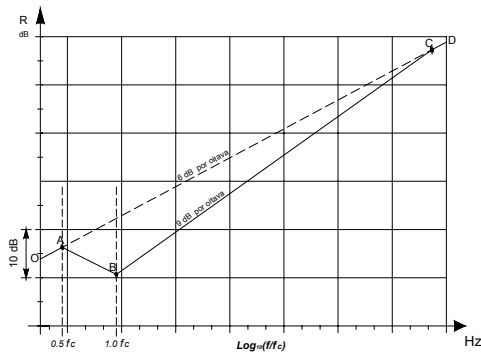
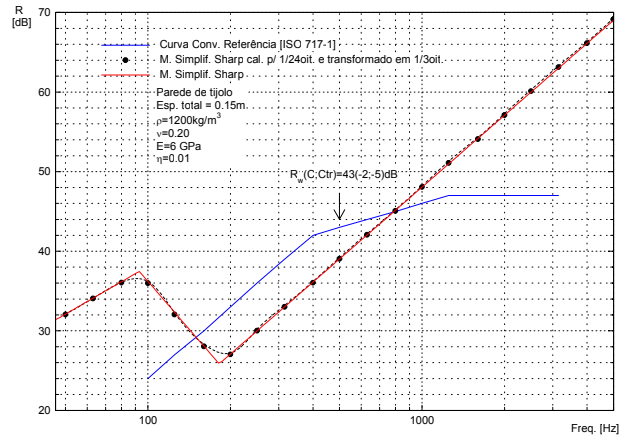


Ilustração esquemática do traçado da curva de isolamento em elementos simples e isotrópicos, com base no modelo de Sharp.

$$R = \begin{cases} 20.\text{Log}(f.m) - 47 \text{ dB} & \text{para } f \leq 0.5f_c \\ 20.\text{Log}(f_c.m) - 53 + [26.58 + 33.22\text{Log}(\eta)]\text{Log}\left(\frac{2f}{f_c}\right) & \text{para } 0.5f_c < f \leq f_c \\ 20.\text{Log}(f.m) - 44.4 + 10.\text{Log}\left(\frac{\eta.f}{f_c}\right) & \text{para } f_c < f \leq f(C), \text{ com } f(C) = 0.443 \frac{f_c}{\eta} \\ 20.\text{Log}(f.m) - 47 \text{ dB} & \text{para } f > f(C) \end{cases}$$

Exemplo de aplicação do modelo de Sharp



Parede simples em alvenaria de tijolo rebocada em ambas as faces

Elementos simples – “Métodos muito simplificados”

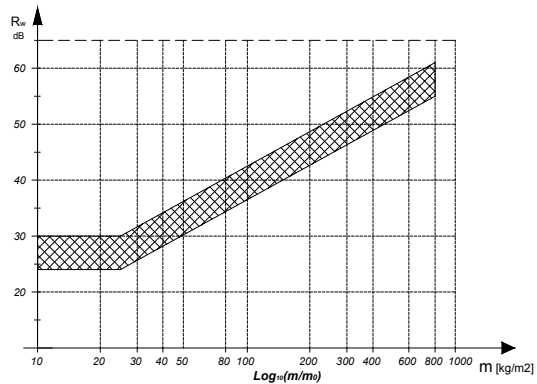


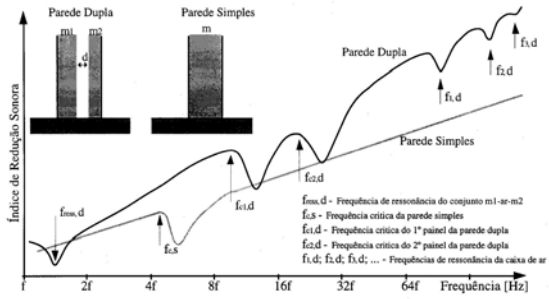
Diagrama de estimação do índice de isolamento sonoro para elementos de compartimentação simples e homogêneos, em função da sua massa superficial.

“Lei da massa experimental”

$$\begin{cases} R_{500\text{Hz}} = 13.2 \text{Log}(m) + 13.8 & \text{se } m < 200 \text{ Kg} / \text{m}^2 \\ R_{500\text{Hz}} = 14.3 \text{Log}(m) + 11 & \text{se } m \geq 200 \text{ Kg} / \text{m}^2 \end{cases}$$

$$R_w \approx R_{500\text{Hz}} + 4 \text{ dB}$$

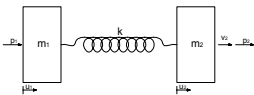
Elementos duplos



Quebras de isolamento

Ressonância do conjunto

$$f_{res} = f_0 \approx 60 \sqrt{\frac{1}{d} \left( \frac{1}{m_1} + \frac{1}{m_2} \right)}$$

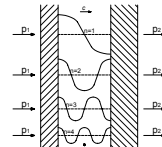


Efeito de coincidência

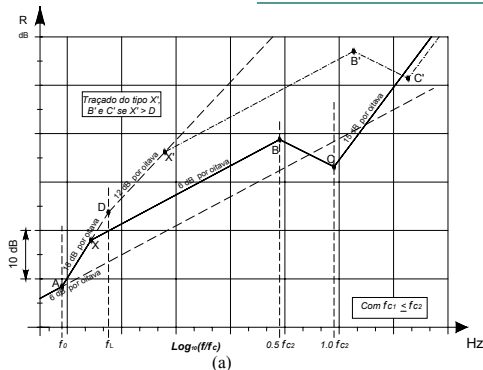
$$f_c = \frac{c^2}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho h}{D}} \approx 0.55 \frac{c^2}{h} \sqrt{\frac{\rho(1-\nu^2)}{E}}$$

Ressonância na caixa de ar

$$f_n = \frac{n \cdot c}{2d}$$



Modelo de Sharp – El. duplos



Ponto A:

$$R_A = 20\text{Log}(m_1 + m_2) + 20\text{Log}(f_0) - 47$$

Ponto B:

$$R_B = \begin{cases} R_A + 20\text{Log}(f_{c1}/f_0) - 6 & (a) \\ 20\text{Log}(m_1) + 10\text{Log}(b) + 30\text{Log}(f_{c2}) + 20\text{Log}\left(1 + \frac{m_2 f_{c1}^{0.5}}{m_1 f_{c2}^{0.5}}\right) - 78 & (b) \\ 20\text{Log}(m_1 e) + 40\text{Log}(f_{c2}) - 99 & (c) \\ 20\text{Log}(m_1 e) + 40\text{Log}(f_{c2}) + 20\text{Log}\left(1 + \frac{m_2 f_{c1}}{m_1 f_{c2}}\right) - 105 & (d) \end{cases}$$

Ponto C:  $R_C = \begin{cases} R_B + 6 + 10\text{Log}(\eta_2) & \text{para } f_{c1} < f_{c2} \\ R_B + 6 + 10\text{Log}(\eta_2) + 5\text{Log}(\eta_1) & \text{para } f_{c1} = f_{c2} \end{cases}$

Ponto D:  $R_D = R_A + 60\text{Log}\left(\frac{f_L}{f_0}\right)$ , com  $f_L = \frac{55}{d}$

- (a) – aplicável quando não existe material absorvente sonoro na caixa de ar;
  - (b) – separação entre painéis através de grelha de apoios, com o menor espaçamento =  $b$  (em m);
  - (c) – separação entre painéis através de linha de apoios, espaçados da distância  $e$  (em m);
  - (d) – separação entre painéis através de apoios pontuais, com o menor espaçamento =  $e$  (em m).
- (b), (c) e (d) para absorção sonora na caixa de ar. Se existir apenas apoio no contorno, considerar  $R_B + 4$  dB

Elementos duplos – “Métodos muito simplificados”

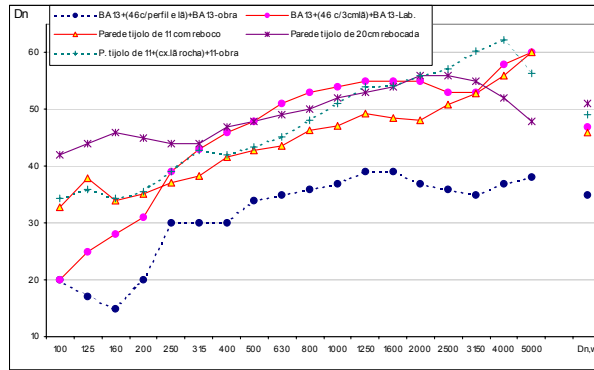
- Elementos pesados (c/ absorção na caixa de ar)

$$R_w = R_w(\text{simples}) + 4 \text{ dB}$$

(forma muito simplificada, na realidade o isolamento depende muito dos dois elementos, da caixa de ar e da ligação destes elementos aos adjacentes).

- Elementos leves sem material absorvente na caixa de ar (Vidros)

$$R_w = R_w(\text{simples}) + (0 \text{ a } 2) \text{ dB}$$



Resultados experimentais – Situações onde os “Métodos muito simplificados” podem falhar significativamente

Índice de redução sonora  $R_w$  conferido por elementos de separação - Exemplos

Laje maciça com 0.20 m de espessura + enchimento =>

$$m \approx 500 + 100 = 600 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$$

$$R_w(\text{simples}) \approx 55 \text{ dB}$$

(como se trata de elemento homogêneo, o valor normalmente é superior, aproximando-se da linha superior, resultando  $R_w(\text{simples}) \approx 58 \text{ dB}$ )

Parede em alvenaria de tijolo de 15 cm c/ 1,5 + 1,5 cm de reboco

$$\Rightarrow m \approx 0,15 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 + 0,03 \cdot 2000 \text{ kg/m}^3 = 210 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$$

$$R_w(\text{simples}) \approx 45 \text{ dB}$$

Parede dupla em Tijolo de 15+11 com lã de rocha na caixa de ar

$$\Rightarrow m \approx 0,26 \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 + 0,03 \cdot 2000 \text{ kg/m}^3 = 320 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$$

$$R_w(\text{simples}) \approx 50 \text{ dB} \Rightarrow$$

$$R_w(\text{duplo}) \approx 50 + 4 = 54 \text{ dB}$$

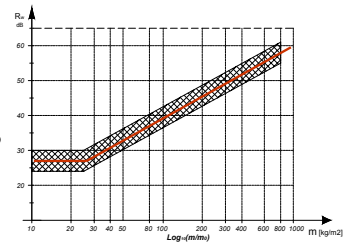
Vidro duplo de 6 + 4 mm com caixa de ar de 10 mm =>

$$m \approx 0,01 \cdot 2500 \text{ kg/m}^3 = 25 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow$$

$$R_w(\text{simples}) \approx 27 \text{ dB} \Rightarrow$$

$$R_w(\text{duplo}) \approx 27 + 2 = 29 \text{ dB}$$

(aqui o resultado depende muito da estanquidade da caixilharia, podendo resultar ligeiramente superior com caixilho de abrir ou de oscilobatente e inferior se for de correr com algumas frinchas)

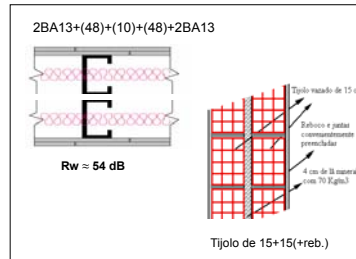
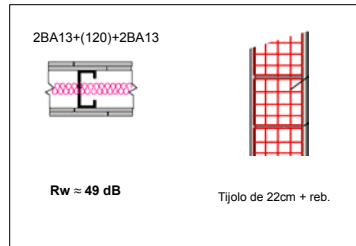
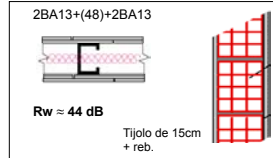
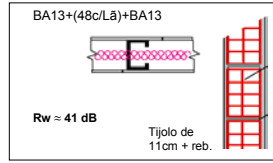
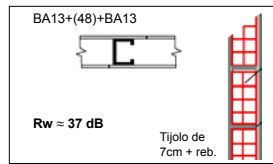


Ver: <http://pt.saint-gobain-glass.com>

NOTA: Em vidros duplos uma variação da caixa de ar entre 6 e 20 mm de espessura, pode existir uma ligeira diferença mas em geral é pouco notório ( cerca de 1-2dB). A grande diferença resulta a partir de 50 mm de espessura.

Divisórias – Valores de  $R_w$  (em laboratório)

Elementos pesados (onde a Lei da Massa Funciona) / Elementos Leves (onde não L.M. não funciona)



Avaliação de Isolamento Sonoro – Com base em resultados experimentais

Valores de isolamento em laboratório (convém distinguir dos resultados obtidos em obra)

Descrição do elemento	Esp. (cm)	Índice de redução sonora (dB)						$R_w$ (dB)
		125	250	500	1000	2000	4000	
Divisória simples com blocos de betão de arala expandida, rebocados	14	23	29	37	42	49	47	40
Divisória simples de alvenaria de tijolo de 7 cm, rebocada	9	33	29	36	39	44	46	40
Divisória simples de alvenaria de tijolo de 11 cm, rebocada	13	34	34	41	50	56	58	46
Divisória simples de alvenaria com blocos de betão normal, rebocados	9	36	32	42	50	56	58	45
Divisória simples de alvenaria com blocos de betão normal, rebocados	17	39	42	50	58	64	67	54
Divisória simples de betão armado	10	36	36	45	51	58	63	48
Divisória simples de betão armado	14	32	42	49	55	61	66	52
Divisória simples, de painéis de aglomerado negro de cortiça de 5 cm revestidos com aglomerado de fibra de madeira de 0.5 mm	6	24	20	24	31	35	39	29
Divisória simples, de painéis de aparas de madeira aglomeradas com cimento, de 5 cm de espessura, com reboco de 1 cm em argamassa de cimento	7	26	32	30	34	37	40	34
Dois lâminas de aço de 2mm separadas por uma caixa de ar de 15 mm	1,9	11	16	21	28	29	30	26
Dois chapas de contraplacado de madeira de 5 mm, separadas por uma lâmina de chumbo de 1.5 mm ( $m=25 \text{ Kg/m}^2$ )	1,15	26	30	34	38	42	44	39
4 placas de gesso cartonado de 13mm, sem caixa de ar	5,2	28	32	34	40	38	49	39
Porta algarida corrente, com núcleo oco, e alguns frinças ( $m=9 \text{ Kg/m}^2$ )	4,3	12	13	14	16	18	24	18
Porta de madeira maciça, com batente e tratamento de frinças em todo o seu contorno ( $m=61 \text{ Kg/m}^2$ )	5,0	30	30	29	25	26	37	28

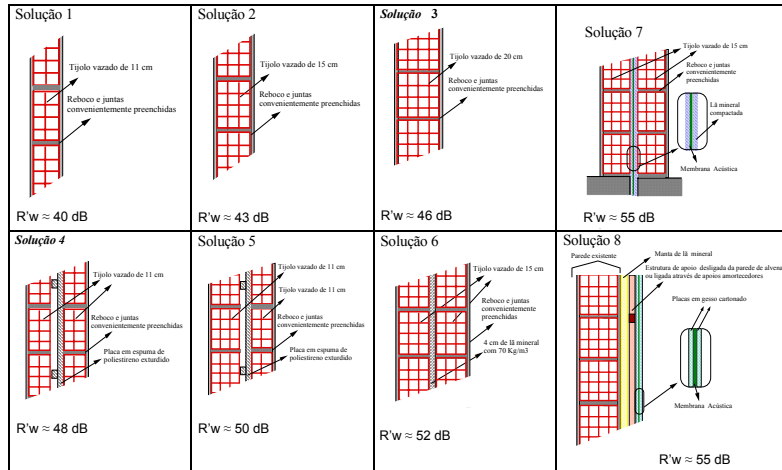
Descrição do elemento	Freq.								$R_w$ (dB)
	125	250	500	1000	2000	4000	10000	20000	
2+2 placas de gesso cartonado de 13 mm, com caixa de ar de 46 mm totalmente preenchida com 1 de rocha	9,8	35	43	52	58	58	57	54	
Paralelo de tijolo de 9 cm, rebocada nas 2 faces, dobrada com uma placa de gesso cartonado de 10 mm e caixa de ar totalmente preenchida com 4 cm de fibra de vidro de 70 Kg/m <sup>3</sup>	17	36	36	41	46	58	59	46	
Pavimento em betão armado com 20 cm de espessura	20	42	41	50	57	60	65	54	
Pavimento de betão armado de 14 cm e laje flutuante de 4 cm	18	38	43	48	54	61	63	53	
Pavimento pré-esforçado com abobadilhas de 16 cm e camada de betão de 5 cm de espessura, com acabamento em ladrilhos	20	34	38	44	51	51	56	49	
Pavimento pré-esforçado com abobadilhas de 21 cm e camada de betão de 5 cm de espessura, com acabamento em ladrilhos	27	30	40	47	51	57	56	50	

Alguns valores de isolamento em obra

Descrição do elemento	Freq.						$R_w$ (dB)
	125	250	500	1000	2000	4000	
Janela de abrir (boa vedação de frinças) com vidro duplo 6+(10)+4 mm	24	24	28	33	27	34	30
Janela de correr (com razoável vedação de frinças) com vidro duplo 6+(10)+4 mm	23	23	26	28	26	28	27
Janela de abrir (boa vedação de frinças) com vidro duplo 8+(10)+4 mm	25	26	29	32	32	35	32
Parede de tijolo de 11+11cm com juntas de argamassa horizontais e verticais devidamente preenchidas	36	36	43	49	56	60	48
Parede de tijolo de 11+15cm com juntas de argamassa horizontais e verticais devidamente preenchidas	38	39	46	52	58	62	50



Valores correntes de isolamento em obra (R'w)



Notas:

$Dn,w = R'w + 10\text{Log}(10/S)$

(S é a área de separação entre compartimentos)

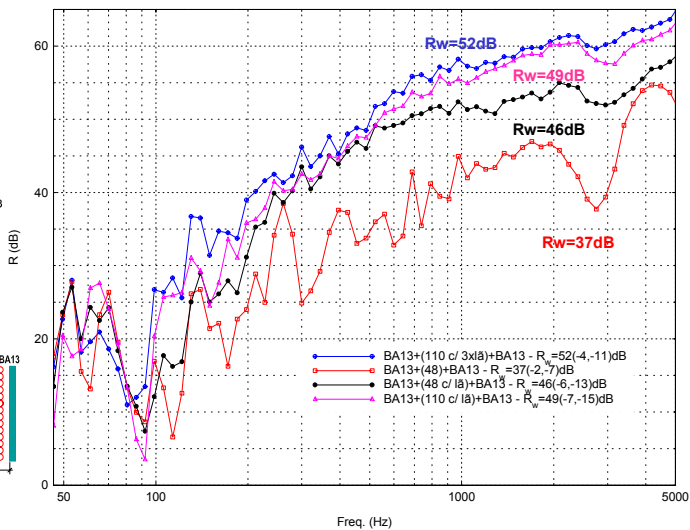
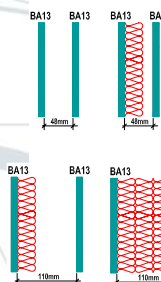
$DnT,w = R'w + 10\text{Log}[V/(6,25 \times T_0 \times S)]$

(V é o volume do compartimento receptor e T<sub>0</sub> normalmente = 0,5)

Em Projecto D2m,nT,w pode ser considerado igual a DnT,w

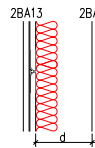
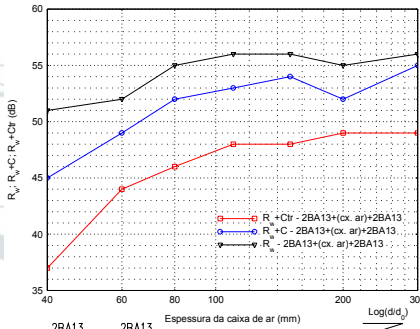
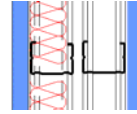
Isolamento sonoro em divisórias de gesso

Influência da espessura da caixa de ar e da presença de absorção entre painéis de gesso

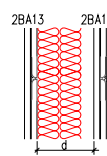
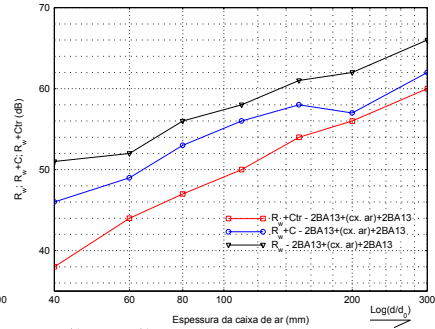


Isolamento sonoro em divisórias de gesso

Influência da espessura da caixa de ar em elementos duplos de gesso cartonado (modelação teórica)

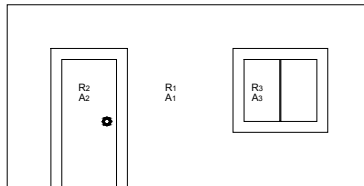


Mantendo constante a quantidade total de material absorvente



Mantendo constante a relação quantidade de material absorvente / espessura da caixa de ar

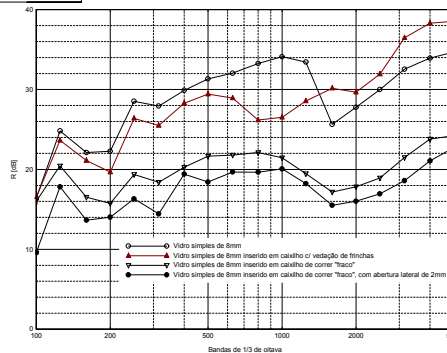
Isolamento acústico de elementos compostos



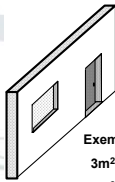
$$R_{w,Global} = 10 \log \left( \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i 10^{(-R_{w_i}/10)}} \right)$$

$$D_{2m,nT,w} \approx R_{w,Global} + 10 * \log \left( \frac{V}{6,25 * S * T_0} \right)$$

Influência de Frinças - Isolamento acústico de vãos envidraçados com vidro simples de 8mm, sem caixilho e inserido em dois tipos de caixilhos de duas folhas



Isolamento acústico de elementos compostos - Exemplo



Entre espaços fechados =>

$$D_{nT,w} = R_w + 10 * \text{Log} \left( \frac{V}{6,25 * S * T_0} \right) - \text{Transm. Marginal}$$

Para fachadas => em projecto pode assumir-se que

$$D_{2m,nT,w} \approx R_{w,Global} + 10 * \text{Log} \left( \frac{V}{6,25 * S * T_0} \right)$$

Exemplo: Fachada c/ V=36m³ e c/

3m² de envidraçados, c/ Janela de abrir (boa vedação de frinchas) em vidro 6\*(10)+4 mm (Rw=30dB);  
6m² de área de parede de tijolo de 20 cm + ETICs (Rw=47dB)

$$D_{2m,nT,w} \approx 10 \text{Log} \left( \frac{9}{3 * 10^{-3,0} + 6 * 10^{-4,7}} \right) + 10 \text{Log} \left( \frac{36}{6,25 * 9 * 0,5} \right) = 35,7 \approx 35 \text{dB}$$

Exemplo: Fachada c/ V=36m³ e c/

3m² de envidraçados, c/ Janela de abrir (boa vedação de frinchas) em vidro 6\*(10)+4 mm (Rw=30dB);  
6m² de área de parede de 15+15cm (Rw=55dB)

$$D_{2m,nT,w} \approx 10 \text{Log} \left( \frac{9}{3 * 10^{-3,0} + 6 * 10^{-5,5}} \right) + 10 \text{Log} \left( \frac{36}{6,25 * 9 * 0,5} \right) = 35,8 \approx 35 \text{dB}$$

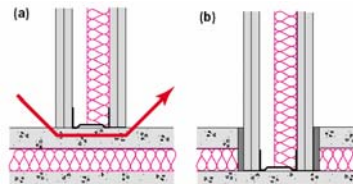
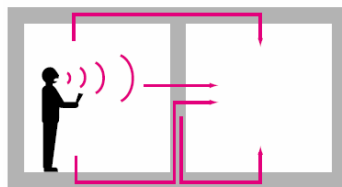
Exemplo: Fachada c/ V=36m³ e c/

3m² de envidraçados, c/ Janela de abrir (muito boa vedação de frinchas) em vidro 55.1\*(12)+8 mm (Rw=36dB);  
6m² de área de parede de tijolo + ETICs (Rw=47dB)

$$D_{2m,nT,w} \approx 10 \text{Log} \left( \frac{9}{3 * 10^{-3,6} + 6 * 10^{-4,7}} \right) + 10 \text{Log} \left( \frac{36}{6,25 * 9 * 0,5} \right) = 41,2 \approx 41 \text{dB}$$

Conclusão: Com um aumento de isolamento de 6 dB no elemento mais fraco que ocupa apenas 33% da área é possível aumentar quase 6 dB no global da fachada.

Transmissões marginais – EN 12354-1 e EN 12354-2



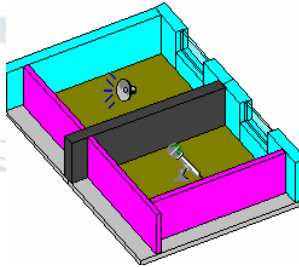
Em edifícios correntes (lajes em betão e paredes em alvenaria) para índices de isolamento Rw (do elemento de separação directo) até cerca de 45 dB as perdas de isolamento por transmissão marginal são quase desprezáveis (muito menos importantes que as imperfeições de construção).

Para valores Rw > 45 pode considerar-se de forma aproximada, geralmente do lado da segurança:

- Para 45 < Rw ≤ 50 => R'w = Rw – (1 a 3) dB;
- Para 50 < Rw ≤ 55 => R'w = Rw – (3 a 5) dB;
- Para Rw > 55 => devem ser determinadas as transmissões marginais (ver EN 12354-1)

$$D_{nT,w} \approx R'_w + 10 * \text{Log} \left( \frac{V}{6,25 * S * T_0} \right)$$

Isolamento acústico entre compartimentos – Método simplificado



Elemento de separação directo em Tijolo de 15+11 com lã de rocha na caixa de ar =>

$m \approx 320 \text{ kg/m}^2 \Rightarrow R_w(\text{simples}) \approx 50 \text{ dB} \Rightarrow$

$R_w(\text{duplo}) \approx 54 \text{ dB}$

Volume do compartimento receptor = 40 m<sup>3</sup>

Área da parede de separação entre quartos = 11 m<sup>2</sup>

$T_0 = 0.5$  (em edifícios de habitação não existe requisito de tempo de reverberação).

54 está entre  $50 < R_w \leq 55 \Rightarrow$  Transmissão marginal ( $R'_w - R_w$ )  $\approx 3$  a 5 dB;  
=> Cerca de 4 de perda por transmissão marginal =>

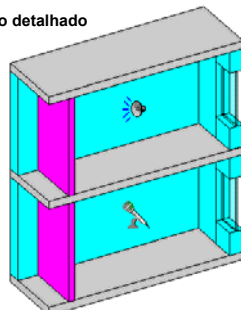
$$D_{nT,w} = 54 + 10 \log \left( \frac{40}{6.25 \times 0.5 \times 11} \right) - 4 = 50.7 \text{ dB}$$

Ou seja **50 dB**, visto que este índice é sempre inteiro e deve ser sempre arredondado para baixo.

Transmissões marginais – EN 12354-1

1 - Transmissão marginal relevante ( $R'_w - R_w = 6 \text{ dB}$ )

Cálculo detalhado



EI. Separação	EI. Lateral 1	EI. Lateral 2	EI. Lateral 3	EI. Lateral 4
450	330	170	170	330
U	U,U	U,U	U,U	U,U
55	60.7	59.1	59.1	60.7

Direct	Lateral.1	Lateral.2	Lateral.3	Lateral.4	Overall
56.0	59.0	57.0	58.0	58.0	50.0

$D_{nT,w} = 50 \text{ dB}$

- Direct : Floor  
concrete 16 cm
- Lateral.1 : Internal partition  
Parede de tijolo de 11cm com 2+2cm de reboco (perso)
- Lateral.2 : Façade  
Parede tij. 11+(isol. Térmico)+15 c/ reboco 2... (perso)
- Lateral.3 : Façade  
Parede tij. 11+(isol. Térmico)+15 c/ reboco 2... (perso)
- Lateral.4 : Internal partition  
Parede de tijolo de 11cm com 2+2cm de reboco (perso)

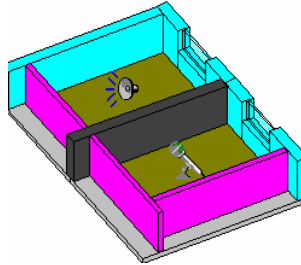
Cálculo simplificado

	EI. Separação	EI. Lateral 1	EI. Lateral 2	EI. Lateral 3	EI. Lateral 4
Massa-EI. Suporte [Kg]	450	330	170	170	330
Área da separação ou largura da junção	12.0	3.0	4.0	4.0	3.0
Tipo de Junção (ver esquema)	-	2	1	1	2
Rw-EI. Suporte [dB]	55	52.0	43.0	43.0	52.0
DRw Reforço [dB]	0	0.0	0.0	0.0	0.0
Rw [dB]	55	60.7	59.1	59.1	60.7
$D_{n,w} = R'_w(\text{global}) + 10 \log(A_0/S) - \text{Transm. Marg.} = 50.6 \text{ dB}$					
$D_{nT,w} = R'_w(\text{global}) + 10 \log(V/(6.25 \times T_0 \times S)) = 50.7 \text{ dB}$					

Transmissões marginais – EN 12354-1

2 - Transmissão marginal menos relevante (R'w-Rw=2 dB)

Cálculo detalhado



Direct	Lateral.1	Lateral.2	Lateral.3	Lateral.4	Overall
51.0	59.0	58.0	59.0	57.0	49.0

$D_{nT,W} = 49 \text{ dB}$

- **Direct : Structural supporting wall**  
Parede tij 11+(lã rocha)+15 c/ reboco 2+2 (perso)
- **Lateral.1 : Floor**  
concrete 16 cm + [x2]
- **Lateral.2 : Internal partition**  
Parede de tijolo de 11cm com 2+2cm de reboco (perso)
- **Lateral.3 : Floor**  
concrete 16 cm
- **Lateral.4 : Façade**  
Parede tij 11+(isol. Térmico)+15 c/ reboco 2. (perso)

Cálculo simplificado

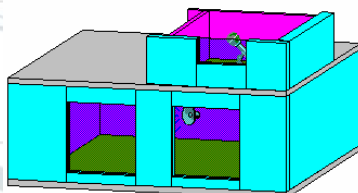
	EI. Separação	EI. Lateral 1	EI. Lateral 2	EI. Lateral 3	EI. Lateral 4
Massa-EI. Suporte [Kg]	330	450	450	170	330
Área da separação ou largura da junção	10.8	4.0	4.0	2.7	2.7
Tipo de Junção (ver esquema)	-	1	1	2	2
Rw-EI. Suporte [dB]	52	55.0	55.0	43.0	52.0
DRw_Reforço [dB]	0	0.0	0.0	0.0	0.0
R'w [dB]	52	61.6	61.6	54.8	58.9
$D_{n,w}=R'w_{global}+10\text{Log}(A0/S)$ -Transm. Marg. = 48.8 dB					
$D_{nT,w}=R'w_{global}+10\text{Log}[V/(6.25xT0xS)]= 48.9 \text{ dB}$					

25

Transmissões marginais – EN 12354-1

3 - Transmissão marginal muito relevante (R'w-Rw=10 dB)

Cálculo detalhado



$$R'_w = -10\text{Log}\left(10^{(-65/10)} + 10^{(-67/10)} + 10^{(-58/10)} + 10^{(-60/10)} + 10^{(-66/10)}\right) = 55\text{dB}$$

Direct	Lateral.1	Lateral.2	Lateral.3	Lateral.4	Overall
65.0	67.0	58.0	60.0	66.0	55.0

$D_{nT,W} = 55 \text{ dB}$

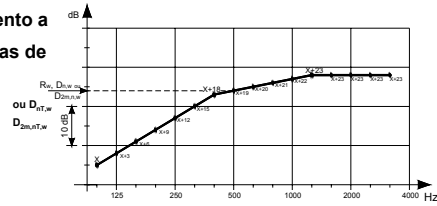
- **Direct : Floor**  
concrete 16 cm + [BA13+MAD4+BA13+cx. 150mm c/ lâ de rocha e apoios ... (perso)] + []
- **Lateral.1 : Internal partition**  
Parede de tijolo de 11cm com 2+2cm de reboco (perso) + [BA13+MAD4+BA13+cx. 150mm c/ lâ de rocha e apoios ... (perso)]
- **Lateral.2 : Façade**  
Parede tij 11+(isol. Térmico)+15 c/ reboco 2. (perso)
- **Lateral.3 : Façade**  
Parede tij 11+(isol. Térmico)+15 c/ reboco 2. (perso)
- **Lateral.4 : Internal partition**  
Parede de tijolo de 11cm com 2+2cm de reboco (perso) + [BA13+MAD4+BA13+cx. 150mm c/ lâ de rocha e apoios ...

Cálculo simplificado

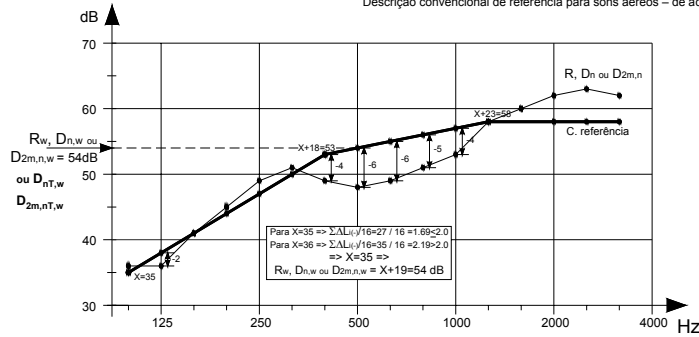
	EI. Separação	EI. Lateral 1	EI. Lateral 2	EI. Lateral 3	EI. Lateral 4
Massa-EI. Suporte [Kg]	450	330	170	170	330
Área da separação ou largura da junção	12.0	4.0	4.0	3.0	3.0
Tipo de Junção (ver esquema)	-	2	3	3	2
Rw-EI. Suporte [dB]	55	52.0	43.0	43.0	52.0
DRw_Reforço [dB]	10	0.0	0.0	0.0	0.0
R'w [dB]	65	61.0	67.5	68.7	62.3
$D_{n,w}=R'w_{global}+10\text{Log}(A0/S)$ -Transm. Marg. = 56.2 dB					
$D_{nT,w}=R'w_{global}+10\text{Log}[V/(6.25xT0xS)]= 56.3 \text{ dB}$					

26

Cálculo dos índices globais de isolamento a partir da curva de isolamento em bandas de 1/3 de oitava – EN ISO 717-1



Descrição convencional de referência para sons aéreos – de acordo com EN ISO 717-1



Ajustamento da descrição convencional de referência às curvas de isolamento