

PROJETO DE ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO
MORADIA BIFAMILIAR – ALTERAÇÃO
Rua dos Muros, Nº 25 e 27 - 7480-137 Avis

Requerentes: Sofia Rodrigues Sequeira de Sousa da Silva Varela Pais e Luís Miguel Ferreira Varela Pais



ALÇADO PRINCIPAL

RUI SANTOS FERREIRA
OET – 04629

PROJETO DE ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO
MORADIA BIFAMILIAR – ALTERAÇÃO
Rua dos Muros, Nº 25 e 27 - 7480-137 Avis

Requerentes: Sofia Rodrigues Sequeira de Sousa da Silva Varela Pais e Luís Miguel Ferreira Varela Pais

Memória Descritiva e Justificativa

RUI SANTOS FERREIRA
OET – 04629

PROJETO DE ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO
MORADIA BIFAMILIAR – ALTERAÇÃO
Rua dos Muros, Nº 25 e 27 - 7480-137 Avis

Requerentes: Sofia Rodrigues Sequeira de Sousa da Silva Varela Pais e Luís Miguel Ferreira Varela Pais

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa refere-se ao estudo do comportamento acústico relativo à obra de Alteração de uma Moradia Bifamiliar existente, localizado na Rua dos Muros, Nº 25 e 27 - 7480-137 Avis, cujo Licenciamento foi requerido por Irene Sofia Rodrigues Sequeira de Sousa da Silva Varela Pais e Luís Miguel Ferreira Varela Pais, moradores na Rua Américo Amarelhe, Nº7 – 3ºDto. – 2815-881 Sobreda, conforme planta de localização e projeto de arquitetura, dando cumprimento ao disposto no Regulamento Geral sobre o Ruído - Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro e Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios - Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de maio, com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de junho.

2. DISPOSIÇÕES CONSTRUTIVAS

O sistema construtivo proposto no presente projeto para a edificação, considerado para efeitos da contabilização da acústica para o tipo e localização da edificação pode resumir-se às seguintes descrições sumárias, por serem representativas da globalidade do conjunto edificado.

2.1. PAREDES EXISTENTES

As soluções construtivas, em zonas correntes existentes, com espessuras que variam entre 22 e os 55 cm, são do tipo **paredes simples pesadas**, desempenhando um papel estrutural, características de todas as construções de habitação até meados do século XX, com uma massa volúmica estimada média de 1.758 kg/m³.

A título meramente indicativo apresenta-se no quadro anexo as principais propriedades das paredes simples comuns na construção tradicional Portuguesa.

Designação	Constituição	Isolamento Sonoro – $D_{n,w}$ [dB(A)]	Coefficiente U [W/m ² ·°C]	Energia Incorporada [kWh/m ²]	Peso específico [kg/m ²]	Massa superficial útil – M_u [kg/m ²]	Custo específico [€/m ²]
PS1.1/15	A15+R2	55	4,09	117	468	150	97
PS1.1/20	A20+R2	57	3,82	130	598	150	101
PS1.1/40	A40+R2	62	3,05	182	1118	150	111
PS2.1/11	M11	45	3,91	627	209	105	23,8
PS3.1/15	H0.5+B15+H0.5	49	0,92	42	245	123	23,7
PS3.1/40	R0.5+B40+H0.5	56	0,38	80	620	150	27,1
PS4.1/15	C15	54	4,07	386	345	150	36
PS4.1/20	C20	57	3,65	515	460	150	48
PS5.1/11	R2+T11+R2	44	2,47	375	177	89	36,8
PS5.1/15	R2+T15+R2	45	1,98	483	213	107	38
PS5.1/22	R2+T22+R2	55	1,53	672	276	138	46,4
PS1.2/40	A40+L5+G1.3	66	0,69	169	1053	11	115
PS2.2/11	M11+L5+G1.3	48	0,69	692	222	11	38,8
PS4.2/20	C20+L5+G1.3	61	0,7	580	473	11	63
PS1.3/20	R2+X5+A20+R2	57	0,66	270	599	150	123,3
PS3.3/15	R2+X5+B15+H0.5	50	0,42	211	275	150	43,15
PS3.3/20	R2+X5+B20+H0.5	52	0,38	218	350	150	45,15
PS4.3/20	R2+X5+C20+R2	56	0,66	694	500	150	81,3
PS5.3/22	R2+X5+T22+R2	53	0,52	812	277	150	56,7

Nota: Na constituição de cada parede os números correspondem à espessura em cm e as letras ao material, por exemplo R2+A40+R2 refere-se a 2cm de Reboco na face exterior, 40cm de Avenaria de Granito e 2cm de Reboco na face interior. Os materiais utilizados são os indicados na legenda seguinte:

A Avenaria de Granito	H Cal	S Estuque
B Avenaria de Adobe	J Lâmina de ar	T Tijolo Furado
C Betão Armado	L Lã de Rocha	V Aglomerado de Madeira/Cimento
E Placas de Pedra	M Tijolo Maciço	X Poliestireno Expandido Extrudido
F Fibra de Coco	N Aglomerado Negro de Cortiça	AB Vidro
G Gesso Cartonado	R Reboco	

As insuficiências de isolamento acústico em relação ao exterior são devidas sobretudo a insuficiências ao nível dos vãos e elementos de contorno, não sendo relevante o reforço da zona opaca de parede.

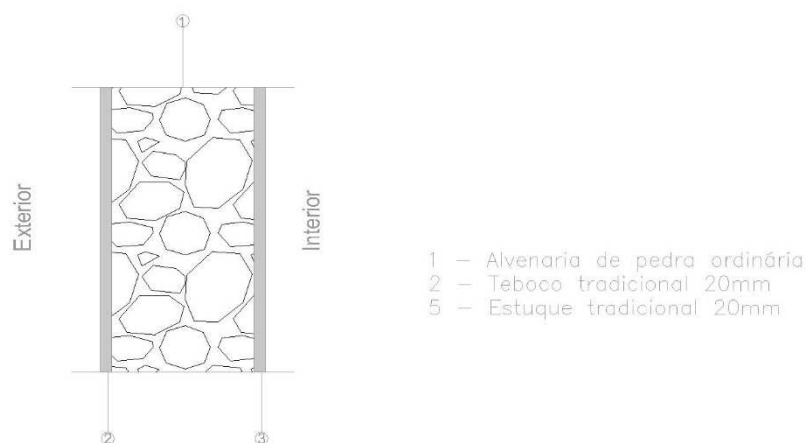
2.1.1. Paredes exteriores

2.1.1.1. Paredes exteriores PSE1

PSE1 - Parede Exterior Existente constituída por: Parede simples rebocada anterior a 1960. Espessura total 0.55 m.

D2m,nT,W mín: 33 (dB)

Calculado: 69,95 (dB)

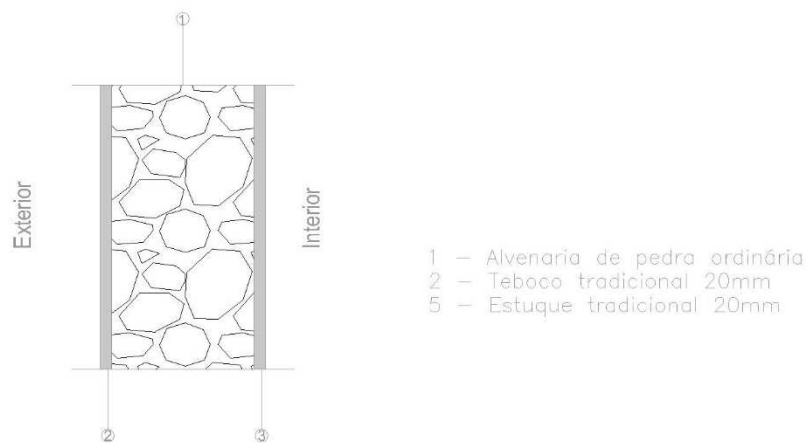


2.1.1.2. Paredes exteriores PSE2

PSE2 - Pared Exterior Existente constituída por: Pared simples rebocada anterior a 1960. Espessura total 0.35 m.

D2m,nT,W mín: 33 (dB)

Calculado: 62,59 (dB)



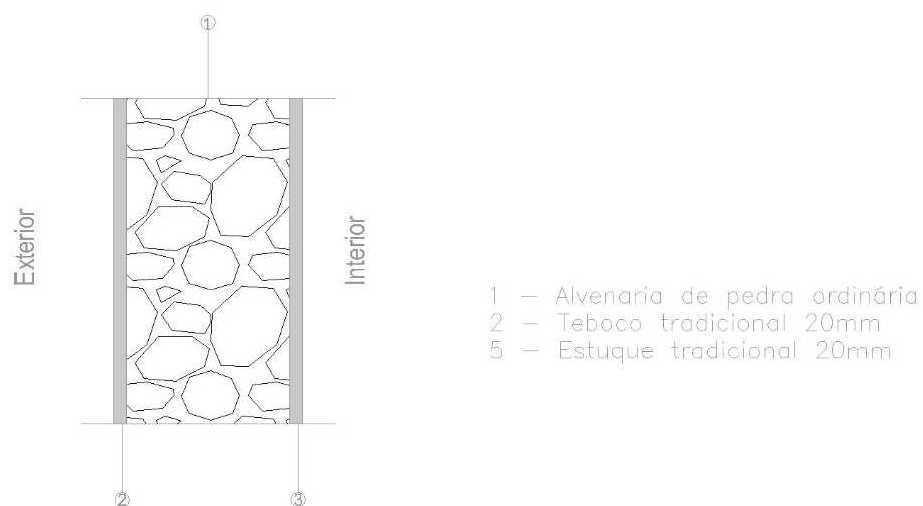
2.1.2. Paredes interiores

2.1.2.1. Paredes interiores PSI1

PSI1 - Parede Interior Existente (entre unidades habitacionais) constituída por: Parede simples rebocada anterior a 1960. Espessura total 0.50 m.

D2m,nT,W mín: 50 (dB)

Calculado: 68,40 (dB)

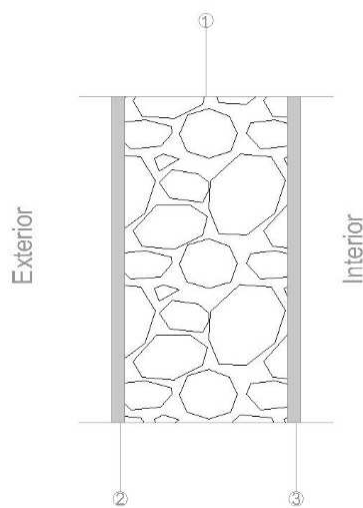


2.1.2.2. Paredes interiores PSI2

PSI2 - Parede Interior Existente (entre unidades habitacionais) constituída por: Parede simples rebocada anterior a 1960. Espessura total 0.26 m.

D2m,nT,W mín: 50 (dB)

Calculado: 57,75 (dB)



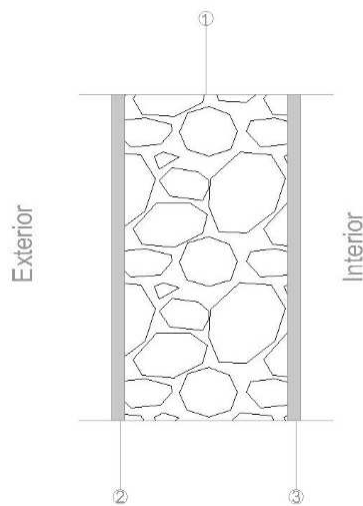
- 1 – Alvenaria de pedra ordinária
- 2 – Reboco tradicional 20mm
- 3 – Estuque tradicional 20mm

2.1.2.3. Paredes interiores PSI3

PSI3 - Parede Interior Existente (entre unidades habitacionais) constituída por: Parede simples rebocada anterior a 1960. Espessura total 0.22 m.

D2m,nT,W mín: 50 (dB)

Calculado: 55,03 (dB)



- 1 – Alvenaria de pedra ordinária
- 2 – Reboco tradicional 20mm
- 3 – Estuque tradicional 20mm

2.2. PAREDES A EXECUTAR

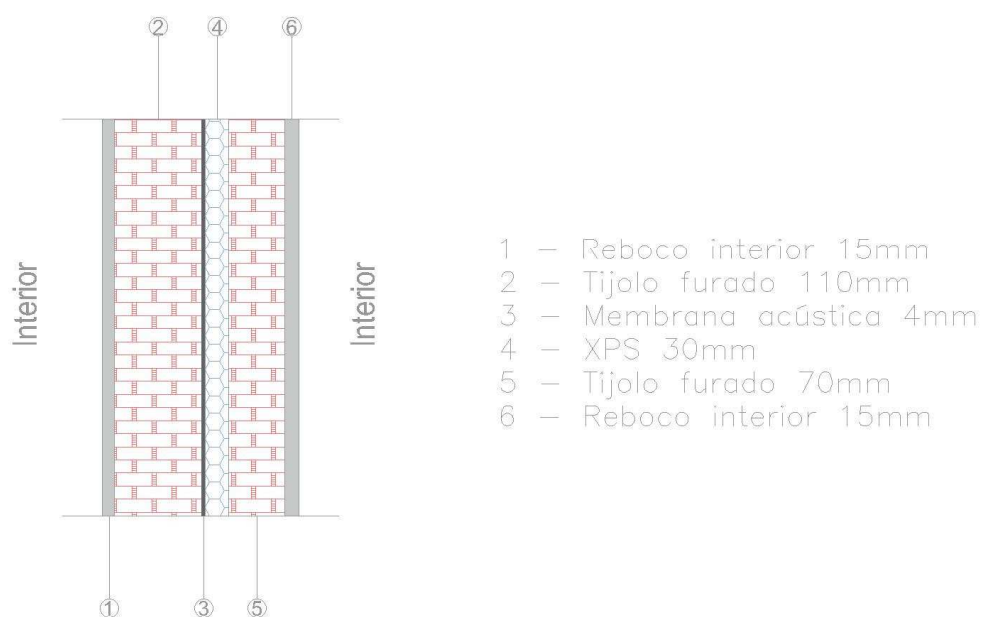
2.2.1. Paredes interiores

2.2.1.1. Paredes interiores PDI1

PDI1 - Parede Interior constituída por: Reboco interior com 0,02 m de espessura; Tijolo furado 11cm, com 0,11 m de espessura; Membrana Acústica tipo “INSOPLAST 6”, com 0,004 m de espessura; Poliestireno extrudido (XPS) com 0,03 m de espessura Tijolo furado 7cm, com 0,07m de espessura; Reboco interior com 0,015 m de espessura. Espessura total de 0,254 m.

D2m,nT,W mín: 50 (dB)

Calculado: 54,00 (dB)



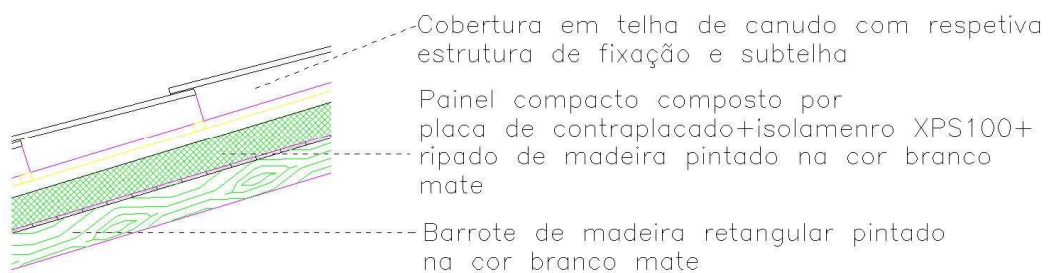
2.3. COBERTURAS

2.3.1. Cobertura exterior COBE1

COBE1 - Cobertura exterior (inclinada) constituída (exterior para o interior) por: Telha cerâmica; Subtelha; Painel Sandwich tipo Ondutherm 100.

D2m,nT,W mín: 33 (dB)

Calculado: 37 (dB)



2.4. VÃOS

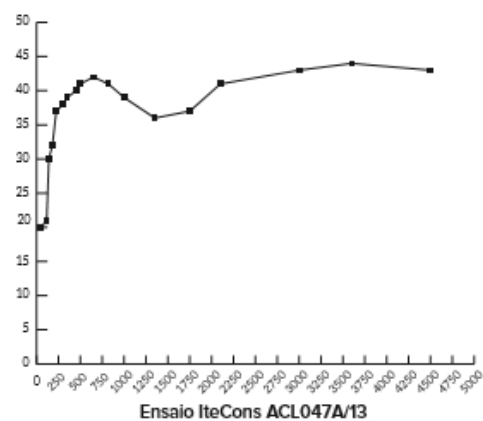
2.4.1. VÃO OPACOS

2.4.1.1. Porta PRT1

Porta PRT1 em madeira de 44mm de espessura, incluindo aro em toda a periferia, com vedante em perfil especial em toda a envolvente. Constituída por perfis e folhas de madeira de 5mm de espessura e núcleo totalmente preenchido com material absorvente e amortecedor.

ESPESSURA: 44 mm.

Rw = 40dB



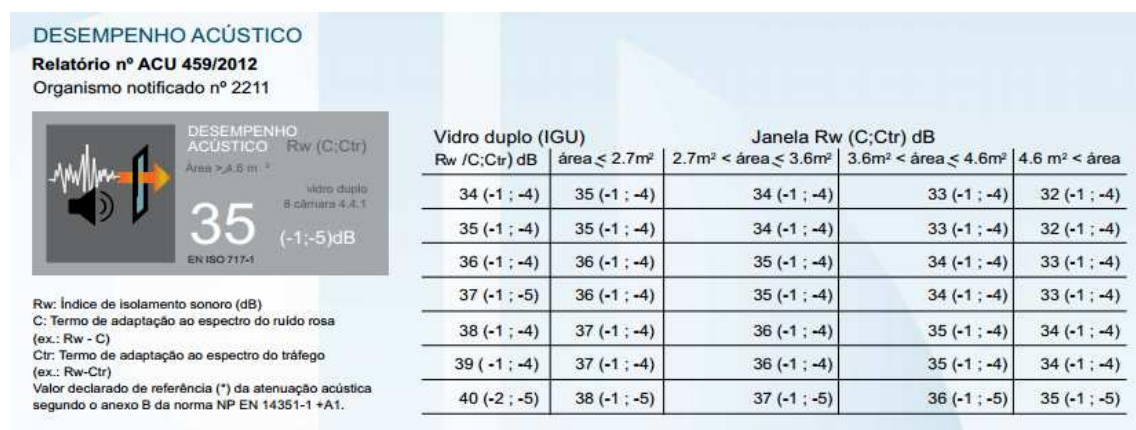
2.4.2. VÃOS ENVIDRAÇADOS

2.4.2.1. Envidraçado exterior VE1

Envidraçado exterior VE1 - Constituído por caixilho de abrir em madeira, sem quadricula, classe 2 de permeabilidade ao ar, na cor vermelho-escuro mate, com vidro duplo isolante EN1279-5:2005+A2:2010 - Float 4mm + caixa de ar 14 mm + KlimaGuard Premium 6mm.

D2m,nT,W mín: 33 (dB)

Calculado: 35 (dB)



3. QUANTIFICAÇÃO DOS PARÂMETROS ACÚSTICOS

Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

Classificação da Zona Envolvente

a) Zonas sensíveis

. As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*;

. As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infraestrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*;

. As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte aéreo, não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*;

. As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*.

b) Zonas mistas

. As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*;

. Até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6.o, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos recetores sensíveis os valores limite de *Lden* igual ou inferior a 63 dB(A) e *Ln* igual ou inferior a 53 dB(A).

Nota: No caso em estudo, e à falta de qualquer indicação em contrário, o conjunto edificado insere-se numa Zona Mista.

Parâmetros:

a) - Indicador de ruído diurno – entardecer - noturno

(*Lden*) - o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela seguinte expressão:

$$L_{den} = 10 \cdot \log_{10} \left(\frac{1}{24} \left(\frac{13 \cdot 10^{L_d/10}}{10} + \frac{3 \cdot 10^{(L_e+5)/10}}{10} + \frac{8 \cdot 10^{(L_n+10)/10}}{10} \right) \right)$$

b) - Indicador de ruído diurno

(*Ld*) ou (*Lday*)» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

c) Indicador de ruído do entardecer

(*Le*) ou (*Levening*)» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

d) «Indicador de ruído noturno

(*Ln*) ou (*Ln_{night}*)» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano;

Atividade ruidosa

a) Permanente

Neste ponto teremos em atenção o tráfego inerente ao acesso ao conjunto edificado, nos seguintes aspetos:

- i. Níveis de ruído emitido pelos veículos
- ii. Velocidade de circulação
- iii. N.º de veículos
- iv. Tipo de escoamento associado ao tipo de tráfego

b) Temporária

Neste ponto pretende-se abordar o ruído inerente á atividade da construção civil, apontando-se algumas soluções e imposições a ter em conta na fase de construção da obra em causa, tendo como referência os Art.ºs 14º e 15º do Decreto-Lei n.º 9 /2007 de 17 de janeiro:

- Interdição de laboração durante o período noturno (20h-8h), aos Sábados, Domingos e feriados, na proximidade de edifícios de habitação, salva situações excecionais, previstas na lei,
- Utilização de barreiras acústicas, sempre que possível, tais como toldos, taipais,
- Escolas durante o respetivo horário de funcionamento,
- Hospitais ou estabelecimentos similares,

- Interdição de execução de obras de recuperação, remodelação ou conservação de interiores de moradias, de escritórios, ou de estabelecimentos comerciais fora do período de tempo entre as 8h e as 20h, e apenas em dias úteis.

c) Ruído de vizinhança

Neste ponto, ter-se-á em conta o Art.º 24º do Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro.

Em caso algum o ruído produzido no interior de uma moradia, pode ser de tal intensidade que ponha em causa o bem-estar de vizinhos, sob pena de ser apresentada queixa às autoridades competentes, por quem se sentir lesado.

- 1- As autoridades policiais podem ordenar ao produtor de ruído de vizinhança, produzido entre as 23 e as 7 horas, a adoção das medidas adequadas para fazer cessar imediatamente a incomodidade.
- 2- As autoridades policiais podem fixar ao produtor de ruído de vizinhança produzido entre as 7 e as 23 horas um prazo para fazer cessar a incomodidade.

4. REQUISITOS TÉCNICO - FUNCIONAIS DOS EDIFÍCIOS

Segundo o Art.º 5 do Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de maio, com as alterações introduzidas pelo decreto de lei n.º 96/2008 de 9 de junho vem que:

- O índice de isolamento sonoro para os sons de condução aérea, normalizado $D_{2m,n,w}$ entre o exterior do edifício e quartos ou zonas de estar dos fogos, deverá satisfazer as seguintes condições:
 - a) $D_{2m,n,w} \geq 28$ dB (em Zonas Sensíveis)
 - b) $D_{2m,n,w} \geq 33$ dB (em Zonas Mistas)

Se não existir classificação → **considerar Zona Mista)**

- Os valores limite dos índices referidos nas subalíneas *a)* e *b)* são acrescidos de 3 dB, quando se verifique o disposto no n.º 7 do artigo 12.º do Regulamento Geral do Ruído;
- O índice de isolamento sonoro para os sons de condução aérea, normalizado $D_{n,w}$, entre locais de circulação comum do edifício e quartos ou zonas de estar do mesmo fogo, deverá ser igual ou superior a 48 dB.
- O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, DnT, w , entre compartimentos de um fogo, como locais emissores, e quartos ou zonas de estar de outro fogo, como locais recetores, deve satisfazer o seguinte:

$$DnT, w \geq 50 \text{ dB}$$

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, DnT, w , entre locais de circulação comum do edifício, como locais emissores, e quartos ou zonas de estar dos fogos, como locais recetores, deve satisfazer o seguinte:

i) $DnT, w \geq 48 \text{ dB}$;

ii) $DnT, w \geq 40 \text{ dB}$, se o local emissor for um caminho de circulação vertical, quando o edifício seja servido por ascensores;

iii) $DnT, w \geq 50 \text{ dB}$, se o local emissor for uma garagem de estacionamento automóvel;

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, DnT, w , entre locais do edifício destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão, como locais emissores, e quartos ou zonas de estar dos fogos, como locais recetores, deve

satisfazer o seguinte:

$$DnT, w \geq 58 \text{ dB}$$

No interior dos quartos ou zonas de estar dos fogos, como locais recetores, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'nT, w$, proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos dos outros fogos ou de locais de circulação comum do edifício, como locais emissores, deve satisfazer o seguinte:

$$L'nT, w \leq 60 \text{ dB}$$

A disposição estabelecida na alínea anterior não se aplica, se o local emissor for um caminho de circulação vertical, quando o edifício seja servido por ascensores;

No interior dos quartos ou zonas de estar dos fogos, como locais recetores, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'nT, w$, proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos de locais do edifício destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão, como locais emissores, deve satisfazer o seguinte:

$$L'nT, w \leq 50 \text{ dB}$$

No interior dos quartos e zonas de estar dos fogos, o nível de avaliação, LAr, nT , do ruído particular de equipamentos coletivos do edifício, tais como ascensores, grupos hidropressores, sistemas centralizados de ventilação mecânica, automatismos de portas de garagem, postos de transformação de corrente elétrica e instalações de escoamento de águas, deve satisfazer o seguinte:

1. $LAr, nT \leq 32 \text{ dB (A)}$, se o funcionamento do equipamento for intermitente;

1. $LAr, nT \leq 27 \text{ dB (A)}$, se o funcionamento do equipamento for contínuo.

iv) $LAr, nT \leq 40 \text{ dB (A)}$, se o equipamento for um grupo gerador elétrico de emergência.

- O índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'_{n,w}$, deve respeitar os seguintes limites, quando o som é proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos de:

a) Edifícios habitacionais: $L'_{n,w} \leq 60$ dB

b) Edifícios destinados a comércio, indústria, serviços ou diversão: $L'_{n,w} \leq 50$ dB

A presente verificação, insere ainda correções nos valores, obtidos de acordo com o disposto nas normas portuguesas, dos índices de isolamento sonoro fazendo com que o edifício, ou qualquer dos seus fogos, se encontre em conformidade com os requisitos acústicos aplicáveis, quando verificar as seguintes condições:

a) O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado, $D_{2m,n,w}$ ou $D_{n,w}$

acrescido do fator I ($I = 3$ dB), deve satisfazer o limite regulamentar;

c) O índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'_{n,w}$, diminuído do fator I ($I = 3$ dB) deve satisfazer o limite regulamentar;

5. DEFINIÇÕES

Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de junho

a) «Tempo de reverberação, T » — intervalo de tempo necessário para que a energia volúmica do campo sonoro de um recinto fechado se reduza a um milionésimo do seu valor inicial;

b) «Isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, $D_{2m,n,w}$ » — diferença entre o nível médio de pressão sonora exterior, medido a 2 m da fachada do edifício

($L_{1,2}$ m), e o nível médio de pressão sonora medido no local de recepção (L_2), corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segundo a expressão:

$$D_{2\text{ m}, nT} = L_{1,2\text{ m}} - L_2 + 10 \log(T/T_0) \text{ dB}$$

em que:

T — é o tempo de reverberação do compartimento recetor, em segundos; e

T_0 — é o tempo de reverberação de referência, em segundos; para compartimentos de habitação ou com dimensões comparáveis, $T_0 = 0,5$ s; para compartimentos em que haja tempo de reverberação atribuível em projeto, o valor de referência a considerar será o do respetivo tempo de dimensionamento;

c) «Isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, D_{nT} » — diferença entre o nível médio de pressão sonora medido no compartimento emissor (L_1) produzido por uma ou mais fontes sonoras, e o nível médio de pressão sonora medido no compartimento recetor (L_2), corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segundo a expressão:

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log(T/T_0) \text{ dB}$$

d) «Nível sonoro de percussão padronizado, L'_{nT} » — nível sonoro médio (L_i) medido no compartimento recetor, proveniente de uma excitação de percussão normalizada

exercida sobre um pavimento, corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segundo a expressão:

$$L'_{nT} = L_i - 10 \log(T/T_0) \text{ dB}$$

e) «Nível de avaliação padronizado, $L_{Ar, nT}$ » — o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado da correção devida às características tonais do ruído, K , e corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segundo a expressão:

$$L_{Ar, nT} = L_A + K - 10 \log(T/T_0) \text{ dB}$$

f) «Termo de adaptação, *C* ou *Ctr*» — correção definida na EN ISO 717 -1, função das características espectrais do ruído na emissão, a anexar ao índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea.

6. SATISFAÇÃO DAS CONDIÇÕES MÍNIMAS REGULAMENTARES

Atendendo às características construtivas do conjunto edificado, este satisfaz as condições mínimas exigidas do Decreto – Lei n.º 9 / 2007 de 17 de janeiro e do Decreto – Lei n.º 129 / 2002 de 11 de maio, com as alterações introduzidas pelo decreto de lei n.º 96/2008 de 9 de junho.

7. VERIFICAÇÃO DO ISOLAMENTO ACÚSTICO

Encontra-se em anexo a memória de cálculo bem como as várias soluções de isolamento térmico/acústico.

8. NOTA FINAL

Em todo o omissso salienta-se que qualquer situação não mencionada no projeto de estudo de condicionamento acústico cumpre, e deve respeitar, as disposições legais e regulamentares aplicáveis em vigor.

Vila Viçosa, 05 de dezembro de 2023

Rui Santos Ferreira
(OET 04629)

PROJETO DE ESTUDO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO
MORADIA BIFAMILIAR – ALTERAÇÃO
Rua dos Muros, Nº 25 e 27 - 7480-137 Avis

Requerentes: Sofia Rodrigues Sequeira de Sousa da Silva Varela Pais e Luís Miguel Ferreira Varela Pais

Anexos

RUI SANTOS FERREIRA
OET – 04629