
PROJECTO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

Paulo Jorge Lopes Machado

Sítio das Casas Amarelas- Vale de Mulatas Lote: 72 - Setúbal

Comunicação Prévia

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Objecto:

O presente estudo, refere-se ao projeto de condicionamento acústico para a obra de construção da moradia unifamiliar sita na Sítio das Casas Amarelas- Vale de Mulatas Lote 72 - Setúbal, e de que é requerente Paulo Jorge Lopes Machado.

Descrição:

O presente estudo tem como objetivo verificar a conformidade com o Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro que define o Regime Legal sobre a Poluição Sonora (Regulamento Geral do Ruído) e o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, publicado em anexo ao Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho. As características da obra a realizar relevantes para o presente estudo são:

- Classificação acústica do local: zona mista.;

(Art.º 4º n.º 3 b) do Dec.-Lei n.º 9/2007)

Avaliações acústicas:

Trata-se de uma construção nova de uma moradia unifamiliar constituído por 1 fogo, distribuído por piso 0, piso 1 e cobertura não acessível

De acordo com o regulamento, foram avaliadas as seguintes situações:

a) Ruídos de condução aérea ($D_{n\ tw}$):

O cálculo foi realizado para a zona de maior vão envidraçado e maior área útil, nomeadamente a fachada tardoz na zona da sala no piso 0 e da suite no piso 1.

De acordo com o cálculo apresentado em anexo verifica-se que estamos perante uma solução que cumpre o regulamento em vigor.

Características construtivas

Envolvente Vertical Exterior, Fachada Poente:

Zona Opaca: Parede de alvenaria de tijolo furado cerâmico de 15 cm + XPS 6 cm + tijolo furado cerâmico de 11 cm

Zona de Envidraçados: Vidro duplo 4a8 (16) 5 mm

Sons de condução aérea

Coeficientes de absorção sonora

O coeficiente de absorção sonora de um dado material dum painel isotrópico da construção aos sons transportados pelo ar, definido como a razão entre o valor da energia sonora absorvida e o valor da energia sonora incidente para uma dada banda de frequências, é calculado a partir do respectivo índice de redução sonora deduzido da Lei da Massa Teórica, pela expressão:

$$\alpha_i = 1 - 10^{-\left(\frac{R_i}{10}\right)}$$

em que

α_i - é o coeficiente de absorção sonora do material (dB);
 R_i - é o índice de redução sonora do material (dB).

Índices de redução sonora:

De painéis isotrópicos da construção:

O índice de redução sonora de um dado material dum painel isotrópico da construção aos sons transportados pelo ar, é calculado com recurso à Lei da Massa Teórica:

$$R_i = 20 \times \log_{10} \left(\frac{\pi \times M_i \times f \times \cos \theta}{\rho_0 \times v} \right)$$

em que

R_i - é o índice de redução sonora do material do painel separador (dB);
 M_i - é a massa do material ($kN \times m^{-2}$);
 f - é a frequência da emissão sonora (valor médio de 500 Hz);
 θ - é o ângulo de incidência das ondas sonoras (valor médio de $\pi/4$ rad);
 ρ_0 - é a massa específica do ar ($0.012 kN \times m^{-3}$);
 v - é a velocidade corrente de propagação do som no ar ($343 m \times s^{-1}$).

- De painéis heterogéneos da construção:

Os índices de redução sonora dos painéis heterogéneos da construção aos sons transportados pelo ar, são calculados automaticamente pela expressão:

$$R = 10 \times \log_{10} \frac{I}{\tau}$$

em que

τ - é o coeficiente de transmissão sonora do painel separador:

$$\tau = \left(\frac{\sum \tau_i \times S_i}{\sum S_i} \right)$$

em que

S_i - é a área de cada elemento do painel separador (m^2);

τ_i - é o coeficiente de transmissão sonora (dB) de cada elemento distinto do painel, definido como a razão entre o valor da energia sonora transmitida e o valor da energia sonora incidente para uma dada banda de frequências, e que é dado por:

$$\tau_i = 1 - \alpha_i$$

em que

α_i - é o coeficiente de absorção sonora de cada elemento distinto do painel (dB), resultando:

$$R = 10 \times \log_{10} \left(\frac{\sum_i S_i}{\sum \tau_i \times S_i} \right)$$

em que

R - é o índice de redução sonora do painel heterogéneo (dB).

Isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado

O isolamento sonoro de um painel separador (parede incluindo caixilharias) a sons de condução aérea, padronizado, é a diferença ($D_{2m, nT, w}$) em decibéis entre o nível médio (L_1) de pressão sonora medido no exterior a 2,0 m da parede ou a diferença ($D_{nT, w}$) em decibéis entre o nível médio (L_1) de pressão sonora medido no compartimento emissor, produzido por uma ou mais fontes sonoras, e o nível médio de pressão sonora medido no compartimento receptor (L_2), corrigido da influência da área de absorção sonora equivalente do compartimento receptor:

$$D_{nT} = D_b - \lambda$$

em que

D_{nT} - é o isolamento sonoro padronizado (dB):

D_b - é o isolamento sonoro bruto ou efectivo (dB):

$$D_b = L_1 - L_2$$

e

λ - é a absorção sonora do revestimento interior do compartimento receptor (dB):

$$\lambda = 10 \log \frac{A}{A_0}$$

em que

A - é a área de absorção sonora equivalente do compartimento receptor (m^2);

A_0 - é a área de absorção sonora de referência (m^2);¹

resultando

¹ Para compartimentos de habitação ou com dimensões comparáveis, $A_0 = 10 m^2$.

$$D_n = L_1 - L_2 - 10 \log \frac{A}{A_0}$$

Nível do ruído particular de equipamentos instalados no edifício:

Define-se como «nível de avaliação, $L_{A_{nT}}$ » o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado das correcções devidas às características tonais e impulsivas do som.

Nos casos expressamente previstos no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios aprovado pelo Decreto-lei nº 96/2008 de 9 de Junho, o nível de avaliação, $L_{A_{nT}}$, do ruído particular de equipamentos colectivos do edifício, tais como ascensores, grupos hidropressores, sistemas centralizados de ventilação mecânica, automatismos de portas de garagem, postos de transformação e geradores de corrente eléctrica e instalações de escoamento de águas, é calculado pela seguinte expressão:

$$L_{Ar} = L_A + K + \lambda$$

em que

$L_{A_{nT}}$ - é o nível de avaliação (dB);

L_A - é o nível do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular;

K - é a correcção tonal (dB);

λ - é a absorção sonora do revestimento interior do compartimento receptor (dB);

Considera-se que as características tonais detectadas, são características essenciais do ruído particular pelo que:

$$K = 3 \text{ dB};$$

Sons de percussão

Não se justificando uma avaliação experimental directa, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão é estimado com base na expressão:

$$L'_{nT} = 120 - R$$

em que

L'_{nT} - é o índice de isolamento a sons de percussão (dB/oit.);

R - é o índice de isolamento a sons de condução aérea (dB).

Tempo de reverberação:

O cálculo do tempo de reverberação, definido como o intervalo de tempo entre a cessação da emissão sonora até que a pressão sonora eficaz seja reduzida a 10^{-6} do seu valor, é feito automaticamente nos casos aplicáveis com recurso à fórmula de *Millington & Sette*:

$$T = \frac{0,163 \times V}{\sum_i -S_i \times \ln(1 - \alpha_i)}$$

em que

T - é o tempo de reverberação (s) calculado para a média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências:

$$500 \text{ Hz} \leq f \leq 1000 \text{ Hz}$$

e para

$$1000 \text{ Hz} \leq f \leq 2000 \text{ Hz}$$

V – é o volume da unidade de ocupação (m^3);

S_i – é a área de absorção sonora de cada tipo de acabamento ou recheio da unidade de ocupação (m^2);

α_i – é o coeficiente de absorção sonora de cada tipo de superfície (dB).

Superfícies de absorção acústica

Nos casos expressamente previstos no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios aprovado pelo Decreto-lei nº 96/2008 de 9 de Junho, os paramentos interiores de tais ambientes são revestidos com materiais absorventes com uma área de absorção equivalente a 25% da sua superfície, calculada pela expressão:

$$S = 0,25 \times \frac{A}{\alpha_r}$$

em que

S - é a superfície de material absorvente (m^2);

A - é a superfície do paramento interior do ambiente (m^2);

α_r - é o coeficiente de absorção sonora do revestimento absorvente (dB).

Lisboa, 4 de Junho de 2019

O Engenheiro Civil nº 50557OE



CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

Projecto de Verificação dos REQUISITOS ACÚSTICOS em Edifícios

Requerente: Paulo Jorge Lopes Machado

Local da Obra: Sítio das Casas Amarelas- Vale de Mulatas

Fracção: Lote 72

Concelho: SETUBAL

Referência: SALA DE ESTAR

Área = 36,70 m²

Pé direito = 2,80 m

Volume = 102,76 m³

CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO

		--- FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---					
REVESTIMENTOS	ÁREA	500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
	m2	a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai

Pavimento de soalho de madeira	36,70	0,10	3,67	0,10	3,67	0,10	3,67
Estuque liso (tectos)	36,70	0,03	1,10	0,03	1,10	0,03	1,10
Envidraçado corrente	15,00	0,02	0,30	0,02	0,30	0,02	0,30
Estuque liso (paredes)	7,10	0,03	0,21	0,03	0,21	0,03	0,21

Área de ocupação sonora equivalente		5,28		5,28		5,28	
Média das áreas (das bandas regulamentares)				5,28 m2			

CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Método utilizado	FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA				
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	MÉDIA	
SABINE	3,17	3,17	3,17	3,17	Método válido
EYRING	3,81	3,81	3,81	3,81	Método não válido
MILLINGTON & SETTE	3,04	3,04	3,04	3,04	Método válido
Limite regulamentar	N/A				
	VERIFICADA A REVERBERAÇÃO				

Referência: SUITE

Área = 14,26 m²

Pé direito = 2,80 m

Volume = 39,93 m³

CÁLCULO DA ÁREA DE ABSORÇÃO

REVESTIMENTOS	ÁREA m ²	--- FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA ---					
		500 Hz		1000 Hz		2000 Hz	
		a1	Ai	a1	Ai	a1	Ai
Pavimento de soalho de madeira	14,26	0,10	1,43	0,10	1,43	0,10	1,43
Estuque liso (tectos)	14,26	0,03	0,43	0,03	0,43	0,03	0,43
Estuque liso (paredes)	24,24	0,03	0,73	0,03	0,73	0,03	0,73
Portas de madeira	2,00	0,10	0,20	0,10	0,20	0,10	0,20
Envidraçado corrente	9,84	0,02	0,20	0,02	0,20	0,02	0,20

Área de ocupação sonora equivalente	2,98	2,98	2,98
Média das áreas (das bandas regulamentares)		2,98 m2	

CÁLCULO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO

Método utilizado	FREQUÊNCIAS DE BANDA DE OITAVA				
	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	MÉDIA	
SABINE	2,19	2,19	2,19	2,19	Método válido
EYRING	1,75	1,75	1,75	1,75	Método não válido
MILLINGTON & SETTE	2,11	2,11	2,11	2,11	Método válido
Límite regulamentar	N/A			VERIFICADA	A REVERBERAÇÃO

ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

PAREDE EXTERIOR

ELEMENTO CONSTRUTIVO UTILIZADO

Parede de alvenaria dupla de tijolo 15+11 cm com caixa de ar e isolamento R'w=50,0 dB

ENVIDRAÇADO UTILIZADO

Vidro duplo 4 (16) 4 mm R'w=30,0 dB

ELEMENTOS ESTUDADOS

Caso em estudo	SALA DE ESTAR	
	SUITE	
Volume (m3)	102,76	39,92
Área de elemento opaco (m2)	3,82	2,02
Área de envidraçado (m2)	4,50	9,63
R'w ou L2-L1 da parede (dB)	50,00	50,00
R'w do envidraçado (dB)	30,00	30,00
To - Reverberação ref*. (dB)	0,50	0,50
D2m,nT,w (dB)	41,98	38,83
Límite regulamentar (dB)	33,00	33,00
Verificação	Verifica	Verifica

PEÇAS DESENHADAS
