



Rua Filipe Terzi N.º 82 R/C  
4900-743 Viana do Castelo  
965 848 622 | 964 383 879  
jorgelopes@len.pt  
ricardolima@len.pt  
geral@len.pt  
[www.len.pt](http://www.len.pt)

## CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

Termo de Responsabilidade

Memória Descritiva

Folha de Cálculo

Peças Desenhadas

## ALTERAÇÃO E AMPLIAÇÃO DE HABITAÇÃO UNIFAMILIAR E CONSTRUÇÃO DE ANEXO, RESGUARDO AUTOMÓVEL E PISCINA

RUA FLÁVIO GONÇALVES, N.º 52 | 4935-146 DARQUE | VIANA DO CASTELO

## ÍNDICE

ÍNDICE .....	2
TERMO RESPONSABILIDADE DO AUTOR DO PROJECTO .....	3
MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA.....	4
INTRODUÇÃO E DESCRIÇÃO .....	4
DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO .....	4
LIMITES REGULAMENTARES A CONSIDERAR .....	5
BASES DE CÁLCULO .....	6
CONSIDERAÇÕES DO PROJETO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO .....	9
FACHADAS .....	9
COMPARTIMENTOS.....	10
NORMALIZAÇÃO .....	11
CÁLCULO .....	12

## MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

### CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

### INTRODUÇÃO E DESCRIÇÃO

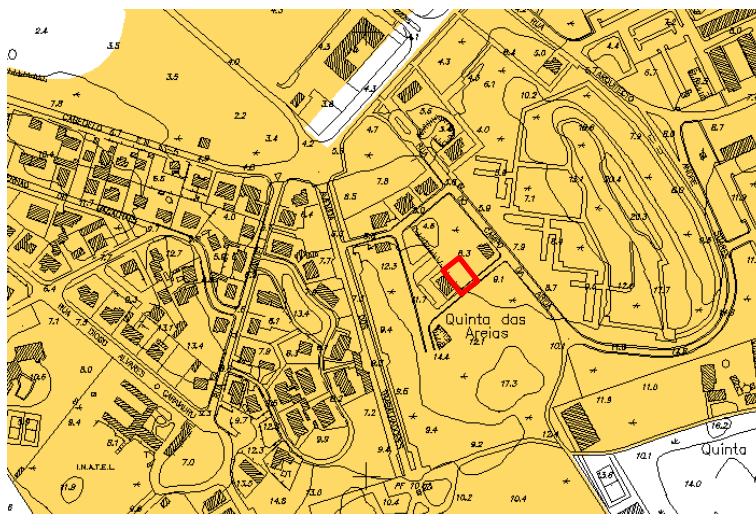
Refere-se a presente memória descritiva e justificativa, à análise do cumprimento do Regulamento Geral Sobre o Ruído a que se refere o Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de janeiro e do Regulamento dos requisitos Acústicos dos Edifícios a que se refere o Decreto-Lei nº 96/2008 de 9 de Junho.

O cumprimento da legislação atrás referida é garantido pela adoção de soluções construtivas adequadas às situações em estudo. São referidos os limites regulamentares dos diversos índices de isolamento sonoro assim como as respetivas soluções adotadas.

O isolamento sonoro médio foi calculado segundo o diagrama de massa, tendo-se nos casos descritos utilizando soluções já testadas “in situ”, retiradas de bibliografia da especialidade.

### DESCRIÇÃO DO EDIFÍCIO

Trata-se da alteração e ampliação de uma habitação unifamiliar e construção de anexo, resguardo automóvel e piscina localizada na Rua Flávio Gonçalves nº 52, freguesia de Darque, concelho de Viana do Castelo, distribuída por dois pisos.



Estando o local de implantação do edifício classificado como Zona Mista aplicam-se os limites do Critério de Exposição Máxima definidos no nº1 do Artigo 11º do DL 9/2007:  $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$  e  $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$ .

## LIMITES REGULAMENTARES A CONSIDERAR

De acordo com o nº 1 do Artigo 5º do DL96/2008: «Os edifícios e as suas frações que se destinem a usos habitacionais ou que, para além daquele uso, se destinem também a comércio, indústria, serviços ou diversão, estão sujeitos ao cumprimento dos seguintes requisitos acústicos:

a) O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea,  $D_2 m, nT, w$ , entre o exterior do edifício e quartos ou zonas de estar dos fogos deve satisfazer o seguinte:

i)  $D_2 m, nT, w \geq 33$  dB, em zonas mistas ou em zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído;

ii)  $D_2 m, nT, w \geq 28$  dB, em zonas sensíveis reguladas pela alínea b) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído;

iii) Os valores limite dos índices referidos nas subalíneas i) e ii) são acrescidos de 3 dB, quando se verifique o disposto no n.º 7 do artigo 12.º do Regulamento Geral do Ruído;

iv) Quando a área translúcida for superior a 60 % do elemento de fachada em análise, deve ser adicionado ao índice  $D_2 m, nT, w$  o termo de adaptação apropriado, C ou Ctr, conforme o tipo de ruído dominante na emissão, mantendo -se os limites das subalíneas i) e ii);

b) 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:

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

c) 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)  $DnT, w \geq 48$  dB;

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

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

d) 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:

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

e) 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:

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

f) 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;

g) 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:

$$L'nT, w \leq 50 \text{ dB}»$$

Conforme descrito no transcrito do Artigo 5º do DL96/2008, quando a área translúcida é superior a 60 % devem ser efetuadas as correções espectrais (C e Ctr) conforme o ruído dominante na emissão. Para o efeito apresenta-se abaixo o Quadro A.1 da NP EN ISO 717-1:2013 que define os termos de adaptação espectral apropriados para diferentes fontes de ruído.

Tipo de fonte sonora	Termo de adaptação espectral
Atividades quotidianas (conversação, música, rádio, TV) Crianças a brincar Tráfego ferroviário de média e alta velocidade <sup>a)</sup> Tráfego rodoviário a velocidade > 80 km/h <sup>a)</sup> Aeronave a jato, a curta distância Ruído industrial de médias e altas frequências	$C$ (espectro n.º 1)
Tráfego rodoviário urbano Tráfego ferroviário de baixa velocidade <sup>a)</sup> Aeronave propulsão a hélice Aeronave a jato, a longa distância Discotecas Ruído industrial de baixas e médias frequências	$C_{tr}$ (espectro n.º 2)

<sup>a)</sup> Em vários países Europeus existem modelos de cálculo para ruído de tráfego rodoviário e ferroviário que permitem prever níveis de emissão sonora, por bandas de frequências de oitava, os quais poderão ser utilizados para comparar com os espectros n.ºs 1 e 2.

Quadro A.1 (NP EN ISO 717-1 - Termos de adaptação espectral apropriados para diferentes fontes de ruído)

## BASES DE CÁLCULO

O tempo de reverberação pode ser definido com o intervalo de tempo necessário para que o nível de pressão sonora se reduza em 60 dB, que é equivalente a afirmar que se trata do intervalo de tempo necessário para que a energia sonora numa determinada fonte se reduza a um milionésimo do seu valor inicial. O tempo de reverberação será provavelmente a grandeza acústica que permitirá avaliar de uma forma mais cómoda, dado a simplicidade com que pode ser calculado (entenda-se estimado), a qualidade acústica de um dado espaço, isto é, a maior ou menor adequação desse espaço à finalidade para que foi concebido.

A determinação do tempo de reverberação para um determinado local será efetuada segundo a fórmula de SABINE, nos casos em que esta fórmula é válida (utilizada apenas quando  $\alpha_m \leq 0,15$ ).

$$T = \frac{0,163 \times V}{A} \quad \text{em que}$$

T – Tempo de reverberação (em segundos=

A – Superfície de absorção equivalente em (m<sup>2</sup>)

V – volume do local (em m<sup>3</sup>)

$$A = \alpha S \quad \text{em que}$$

$\alpha = (\alpha_m)$  - Coeficiente de absorção médio do compartimento

S – Superfície total da envolvente do compartimento

$$\alpha = \frac{\sum \alpha_i S_i}{\sum S_i} \quad \text{em que}$$

$\alpha_i$  - Coeficiente de absorção de cada material

$S_i$  – Superfície correspondente a cada material

Quando esta fórmula não for válida será utilizada a de EYRING (válida apenas, quando os coeficientes de absorção sonora são valores numéricos semelhantes. ( $A_1 \approx A_2 \approx A_3 \approx \dots \approx A_n$ ))

$$T = \frac{0,163 \times V}{-S \times \ln(1 - \alpha_m)}$$

Caso as duas expressões anteriores não sejam válidas, utiliza-se a fórmula de MILLINGTON & SETTE, válida para qualquer situação

$$(A_1 \neq A_2 \neq A_3 \neq \dots \neq A_n)$$

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

Elemento resiliente – material apto a manter a sua elasticidade sob o efeito de uma carga, permite a redução da transmissão de sons de percussão.

Elemento absorvente - *material apto a preencher a caixa-de-ar, com capacidade de isolar o ambiente acústico.*

Isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, ( $D_{2m,nT}$ ) – diferença entre o nível médio de pressão sonora exterior, medido a 2 m da fachada do edifício ( $L_{1,2m}$ ), e o nível médio de pressão sonora medido no local de receção ( $L_2$ ), corrigido da influência de reverberação do compartimento recetor; expresso em dB.

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

Para a obtenção do isolamento sonoro dos envidraçados, recorreu-se a tabelas de fabricantes. Partindo do valor global do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, é obtido a partir do respetivo valor da parte opaca e da parte envidraçada através da fórmula seguinte:

$$R_{w,Global} = 10 \times \log \left( \frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i \times 10^{(-R_{wi}/10)}} \right) \quad (\text{dB}) \quad \text{Sendo :}$$

$S_i$  - Área da superfície  $i$ .

$R_w$  - Isolamento sonoro de  $i$ .

$R_{w,Global}$  - isolamento total resultante.

$$D_{2m,nT,w} = R_{w,Global} + 10 \log \left( \frac{V}{6,25 \times S \times T_0} \right) \quad (\text{dB}) \quad \text{Sendo :}$$

$V$  - Volume do compartimento em estudo

$S$  - Superfície do elemento opaco em estudo

$T_0$  - é o tempo de reverberação de referência

$R_{w,Global}$  - isolamento total resultante

$D_{2m,nT,w}$  – isolamento sonoro a sons de condução aérea padronizada

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, expresso em dB, segundo a expressão

$$D_{nT} = L_1 - L_2 + 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \quad (\text{dB})$$

Sendo:

$V$  – Volume do compartimento receptor

$T$  – Tempo de reverberação medido no compartimento recetor, para cada banda de frequência em análise

$T_0$  - é o tempo de reverberação de referência (igual a 0,5 para situações correntes, e igual a  $T$ , quando existe requisito tempo de reverberação  $T$  aplicável)

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, corrigida da influência das condições de reverberação do compartimento recetor, segundo a expressão

$$L'_{nT} = L_1 - 10 \log \left( \frac{T}{T_0} \right) \text{ dB} \quad \text{Sendo :}$$

$T$  – Tempo de reverberação medido no compartimento recetor, para cada banda de frequência em análise

$T_0$  - é o tempo de reverberação de referência (igual a 0,5 para situações correntes, e igual a  $T$ , quando existe requisito tempo de reverberação  $T$  aplicável)

**Lei de 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 vem expresso em dB

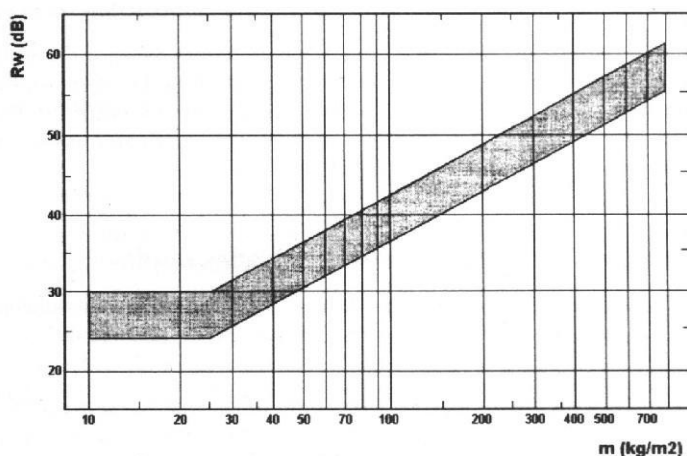
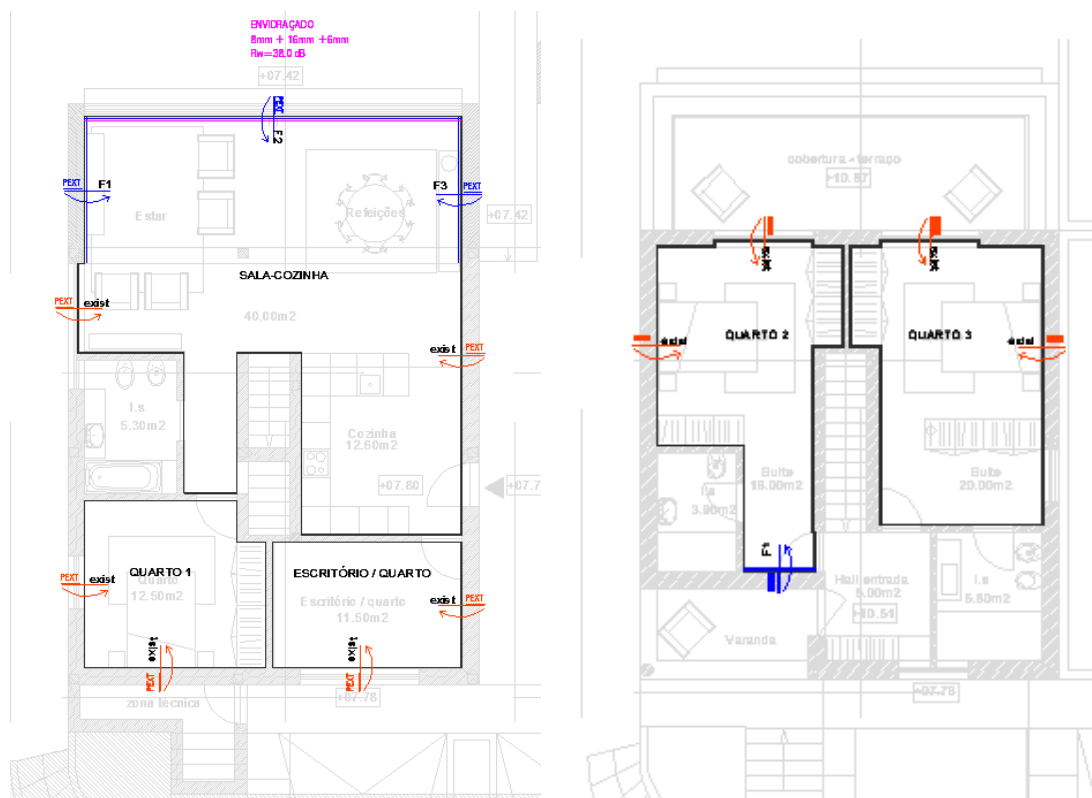


Figura 1 – Lei Teórica da Massa

## CONSIDERAÇÕES DO PROJETO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

### FACHADAS

Na imagem seguinte apresentam-se as fachadas com requisitos de isolamento sonoro de fachada.



*Compartimentos com requisitos acústicos*

Apesar da NP EN ISO 16283-3 [9] indicar, nos seus capítulos “9.6.2 Compartimentos grandes ou fachadas com mais do que uma parede exterior” e “9.6.3 Cálculo dos resultados de medição”, a medição, quando um compartimento possui várias fachadas, dos valores de  $D_{2m,nT,w}$  para cada fachada e o cálculo do valor médio energético para determinação do valor global do compartimento, considera-se adequado, por questões de segurança, que cada fachada do compartimento em análise deva cumprir, individualmente, os requisitos aplicáveis ao compartimento recetor.

No caso em análise, dada a localização geográfica da moradia, os edifícios vizinhos e as vias de tráfego de acesso à moradia, consideraram-se os seguintes requisitos:

- Área translúcida menor ou igual a 60%:  $D_{2m,nT,w} \geq 33$  dB.

Para a realização da verificação do isolamento sonoro de fachada foi avaliado o valor mínimo da redução acústica da caixa de estore de forma a verificar o valor legal para o isolamento sonoro de fachada de 33 dB.



## COMPARTIMENTOS

No presente projeto de condicionamento acústico foram estudados os seguintes compartimentos: quartos e sala de estar, cozinha e distribuição tendo sido avaliados os parâmetros definidos na tabela seguinte:

Emissor	Recetor (Zona em estudo)		Valores de $D_{2m, nT,w}$ (dB)
Exterior	Quartos e zonas de estar dos fogos	Zona Mista	$\geq 33$

Todos os compartimentos estudados e requisitos verificados estão devidamente identificados nas peças desenhadas.

Não foi realizado o estudo nas paredes exteriores existentes não sendo possível sem recurso a ensaios destrutivos avaliar os elementos absorventes, podendo existir situações de difícil alteração;

Poderá a entidade licenciadora solicitar relatório de avaliação acústico designadamente na verificação da alínea a) do número 1 do Artigo 5.º do Decreto Lei n.º 96/2008.

## NORMALIZAÇÃO

Será importante realçar que a avaliação do desempenho acústico de um edifício reveste-se de situações particularmente complexas, sendo (na ausência de ensaios laboratoriais) baseada em modelos de cálculo cuja incerteza aquando da aplicação em situações práticas é unanimemente reconhecida, sendo inclusive enfatizada em diversos documentos normativos, sendo que este pressuposto deverá ser sempre considerado na análise dos mapas de cálculo apresentados.

Todavia, e de acordo com os critérios apresentados ao longo desta memória, conclui-se que as soluções preconizadas permitirão satisfazer os dois princípios base que nortearam o estudo realizado, designadamente estabelecer, por um lado, condições que permitissem o cumprimento das disposições regulamentares e, por outro, proporcionar um nível de conforto acústico adequado ao nível de qualidade exigido ao edifício em análise.

Em qualquer omissão, que se verifique na presente memória descritiva, será respeitada a legislação em vigor, nomeadamente:

- Decreto-Lei nº 96/2008, de 9 de Junho
- Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de Janeiro e demais legislação em vigor.

Viana do Castelo, março de 2024  
O Técnico:

---

- Jorge Lopes; Eng.º -