

RECUPERAÇÃO DE EDIFÍCIO DE SERVIÇOS
TORRE DO RELÓGIO - MORA

Condicionamento Acústico

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

Projeto Base | 669-16219196 | rev.00
Lisboa, 28 de Fevereiro de 2020

A3A
Arquitectos
Associados



WA
Engenharia
e Consultoria



ÍNDICE

A. MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA.....	3
A.1. INTRODUÇÃO.....	3
A.2. ENQUADRAMENTO LEGAL	3
A.2.1. REGULAMENTO DOS REQUISITOS ACÚSTICOS DOS EDIFÍCIOS (RRAE) APROVADO PELO DECRETO-LEI N.º96/2008, DE 9 DE JUNHO	3
A.2.2. REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO (RGR) APROVADO PELO DECRETO-LEI N.º9/2007, DE 17 DE JANEIRO.....	6
A.3. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO	8
B. CONDICIONAMENTO ACÚSTICO.....	10
B.1. ISOLAMENTO A SONS AÉREOS ENTRE O EXTERIOR E O INTERIOR DO EDIFÍCIO	10
B.2. ISOLAMENTO A SONS AÉREOS ENTRE SALAS ADJACENTES	10
B.3. ISOLAMENTO A SONS AÉREOS ENTRE SALAS SOBREPOSTAS	10
B.4. ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO ENTRE SALAS SOBREPOSTAS	11
B.5. TEMPOS DE REVERBERAÇÃO	11
C. EQUIPAMENTOS	12
TÉCNICO RESPONSÁVEL PELO PROJETO	12





A. MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

A.1. INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa diz respeito ao projeto de Condicionamento Acústico, em fase de Estudo Prévio, para a requalificação do edifício designado por Torre do Relógio, localizado em Mora.

O enquadramento legal, em termos de conforto acústico, assenta nas exigências constantes do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º96/2008, de 9 de junho. São definidos, neste Regulamento, os requisitos mínimos para o isolamento a sons aéreos, entre o exterior e o interior, conferido pelos elementos de fachada e para o isolamento a sons aéreos e a sons de percussão dos elementos de separação horizontal e vertical, que separam os diferentes espaços. e impõe limites aos níveis de ruído produzido por equipamentos coletivos dos edifícios.

Tendo em conta a atividade de formação a ter lugar no edifício, o conforto acústico das salas, em que a inteligibilidade é uma característica fundamental, determina que os tempos de reverberação cumpram os requisitos mínimos indispensáveis ao desempenho adequado da atividade. Além das salas de atividades, deverão ainda ser objeto de condicionamento acústico, em termos de tempos de reverberação, a biblioteca/sala dos livros, a sala polivalente e o refeitório.

São apresentadas, no presente projeto, em fase de Estudo Prévio, as soluções construtivas relevantes, em termos de conforto acústico, no que se refere ao isolamento a sons aéreos e de percussão e às características de reverberação dos diferentes espaços, para verificação dos requisitos que a legislação estabelece.

A.2. ENQUADRAMENTO LEGAL

A.2.1. REGULAMENTO DOS REQUISITOS ACÚSTICOS DOS EDIFÍCIOS (RRAE) APROVADO PELO DECRETO-LEI N.º96/2008, DE 9 DE JUNHO

No âmbito deste regulamento deve ser considerado o definido no Artigo 7.º “Edifícios escolares e similares, e de investigação”, que a seguir se transcreve.

Artigo 7.º

Edifícios escolares e similares, e de investigação

1 — Os edifícios escolares e similares, de investigação e de leitura estão sujeitos aos seguintes requisitos acústicos:

a) O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{2m,nT,w}$, entre o exterior dos edifícios, como local emissor, e os compartimentos interiores identificados no quadro II do anexo ao presente Regulamento, como locais receptores, deve satisfazer o seguinte:





- i) $D_{2m,nT,w} \geq 33$ 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) $D_{2m,nT,w} \geq 28$ dB, em zonas sensíveis reguladas pela alínea b) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído;
- iii) Quando a área translúcida for superior a 60 % do elemento de fachada em análise, deve ser adicionado ao índice $D_{2m,nT,w}$ o termo de adaptação apropriado, C ou C_{tr} , 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, $D_{nT,w}$, entre locais do edifício, deve satisfazer as condições indicadas no quadro II do anexo ao presente Regulamento;
- c) No interior dos locais de receção definidos no quadro II, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'_{nT,w}$, proveniente de uma excitação de percussão normalizada sobre pavimentos de outros locais do edifício, como locais emissores, deve satisfazer o seguinte:
- i) $L'_{nT,w} \leq 60$ dB, se o local emissor for corredor de grande circulação, ginásio, refeitório ou oficina;
- ii) $L'_{nT,w} \leq 65$ dB, se o local emissor for salas de aulas, berçário ou salas polivalentes;
- d) No interior dos locais que constam do quadro III do anexo ao presente Regulamento, considerados mobilados normalmente e sem ocupação, o tempo de reverberação, T , correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deve satisfazer as condições indicadas no referido quadro;
- e) O paramento interior da envolvente dos átrios e corredores de grande circulação deve ser dotado de revestimentos absorventes sonoros, cuja área de absorção sonora equivalente, A (m²), correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, seja maior ou igual a 25 % da superfície de pavimento dos locais considerados;
- f) No interior dos locais de receção indicados no quadro II, o nível de avaliação, $L_{A,r,nT}$, do ruído particular de equipamentos do edifício deve satisfazer as condições indicadas no quadro IV do anexo ao presente Regulamento.
- 2 — A determinação do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{2m,nT,w}$ ou $D_{nT,w}$, do índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L_{A,r,nT}$, do tempo de reverberação, T , e do nível de avaliação, $L_{A,r,nT}$, deve ser efectuada em conformidade com o disposto na normalização portuguesa aplicável ou, caso não exista, na normalização europeia ou internacional.
- 3 — Na determinação das componentes tonais do nível de avaliação, $L_{A,r,nT}$, é adoptada a metodologia definida no anexo I ao Regulamento Geral do Ruído.



07



4 — Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos acústicos dos edifícios deve ser tido em conta um factor de incerteza, I , associado à determinação das grandezas em causa.

5 — O edifício, ou qualquer das suas partes, é considerado conforme aos requisitos acústicos aplicáveis, quando, cumulativamente:

a) O valor obtido para o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{2m,nT,w}$ ou $D_{nT,w}$, acrescido do factor I no valor de 3 dB, satisfaça o limite regulamentar;

b) O valor obtido para o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'_{nT,w}$, diminuído do factor I no valor de 3 dB, satisfaça o limite regulamentar;

c) O valor obtido para o nível de avaliação, $L_{A,nT}$, diminuído do factor I no valor de 3 dB (A), satisfaça o limite regulamentar;

d) O valor obtido para o tempo de reverberação, T , diminuído do factor I no valor de 25 % do limite regulamentar, satisfaça o limite regulamentar.

QUADRO II

[a que se refere o artigo 7.º, n.º 1, alíneas a), b) e c)]

Locais de recepção — Locais de emissão	Salas de aula (*), de professores, administrativas	Bibliotecas e gabinetes médicos	Salas polivalentes e berçários
Salas de aula, de professores, administrativas	≥ 45	≥ 45	≥ 45
Salas de aula musical, salas polivalentes, refeitórios, ginásios e oficinas	≥ 55	≥ 58	≥ 50
Berçários	≥ 53	≥ 55	≥ 48
Corredores de grande circulação(**)	≥ 30	≥ 35	≥ 30

(*) Incluindo salas de aula musical;

(**) Considerando que haverá porta de comunicação com os locais receptores; se tal não for o caso, os valores indicados serão acrescidos de 15 dB.

QUADRO III

[a que se refere o artigo 7.º, n.º 1, alínea d)]

Locais	Tempo de reverberação (500 Hz — 2 kHz)
Salas de aula, bibliotecas, salas polivalentes e refeitórios Ginásios	$T \leq 0,15 V^{1/3}$ [s] (V. artigo 9.º)

T 210 174 686 wa-ec.pt





V = volume interior do recinto em causa.

A.2.2. REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO (RGR) APROVADO PELO DECRETO-LEI N.º9/2007, DE 17 DE JANEIRO

Em termos de enquadramento legal há que considerar, ainda, os artigos 11.º e 13.º, que a seguir se transcrevem, do Regulamento Geral do Ruído.

Artigo 11.º

Valores limite de exposição

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

a) As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

c) As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infra-estrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

d) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura de transporte aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;

e) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador L_n .

2 — Os receptores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, são equiparados, em função dos usos existentes na sua proximidade, a zonas sensíveis ou mistas, para efeitos de aplicação dos correspondentes valores limite fixados no presente artigo.

3 — 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 receptores sensíveis os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

4 — Para efeitos de verificação de conformidade dos valores fixados no presente artigo, a avaliação deve ser efectuada junto do ou no receptor sensível, por uma das seguintes formas:

T 210 174 686 wa-ec.pt





- a) Realização de medições acústicas, sendo que os pontos de medição devem, sempre que tecnicamente possível, estar afastados, pelo menos, 3,5 m de qualquer estrutura reflectora, à excepção do solo, e situar-se a uma altura de 3,8 m a 4,2 m acima do solo, quando aplicável, ou de 1,2 m a 1,5 m de altura acima do solo ou do nível de cada piso de interesse, nos restantes casos;
- b) Consulta dos mapas de ruído, desde que a situação em verificação seja passível de caracterização através dos valores neles representados.
- 5 — Os municípios podem estabelecer, em espaços delimitados de zonas sensíveis ou mistas, designadamente em centros históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos fixados nas alíneas a) e b) do n.º 1.

Artigo 13.º

Actividades ruidosas permanentes

- 1 — A instalação e o exercício de actividades ruidosas permanentes em zonas mistas, nas envolventes das zonas sensíveis ou mistas ou na proximidade dos receptores sensíveis isolados estão sujeitos:
- a) Ao cumprimento dos valores limite fixados no artigo 11.º; e
- b) Ao cumprimento do critério de incomodidade, considerado como a diferença entre o valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular da actividade ou actividades em avaliação e o valor do indicador L_{Aeq} do ruído residual, diferença que não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período do entardecer e 3 dB(A) no período nocturno, nos termos do anexo I ao presente Regulamento, do qual faz parte integrante.
- 2 — Para efeitos do disposto no número anterior, devem ser adoptadas as medidas necessárias, de acordo com a seguinte ordem decrescente:
- a) Medidas de redução na fonte de ruído;
- b) Medidas de redução no meio de propagação de ruído;
- c) Medidas de redução no receptor sensível.
- 3 — Compete à entidade responsável pela actividade ou ao receptor sensível, conforme quem seja titular da autorização ou licença mais recente, adoptar as medidas referidas na alínea c) do número anterior relativas ao reforço de isolamento sonoro.
- 4 — São interditos a instalação e o exercício de actividades ruidosas permanentes nas zonas sensíveis, excepto as actividades permitidas nas zonas sensíveis e que cumpram o disposto nas alíneas a) e b) do n.º 1.





5 — O disposto na alínea b) do n.º 1 não se aplica, em qualquer dos períodos de referência, para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no exterior igual ou inferior a 45 dB(A) ou para um valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente no interior dos locais de recepção igual ou inferior a 27 dB(A), considerando o estabelecido nos n.ºs 1 e 4 do anexo I.

6 — Em caso de manifesta impossibilidade técnica de cessar a actividade em avaliação, a metodologia de determinação do ruído residual é apreciada caso a caso pela respectiva comissão de coordenação e desenvolvimento regional, tendo em conta directrizes emitidas pelo Instituto do Ambiente.

7 — O cumprimento do disposto no n.º 1 é verificado no âmbito do procedimento de avaliação de impacte ambiental, sempre que a actividade ruidosa permanente esteja sujeita ao respectivo regime jurídico.

8 — Quando a actividade não esteja sujeita a avaliação de impacte ambiental, a verificação do cumprimento do disposto no n.º 1 é da competência da entidade coordenadora do licenciamento e é efectuada no âmbito do respectivo procedimento de licenciamento, autorização de instalação ou de alteração de actividades ruidosas permanentes.

9 — Para efeitos do disposto no número anterior, o interessado deve apresentar à entidade coordenadora do licenciamento uma avaliação acústica.

A.3. LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO GERAL DO EDIFÍCIO

O edifício, objeto de Estudo Prévio, localiza-se num lote com uma área total de 350 m², sendo a área de implantação de 240 m².

O edifício, com três pisos, integra os seguintes espaços:

Piso 0 — Três salas de atividades, I.S., átrio, zona de circulação e sala de arrumos;

Piso 1 — Três salas de atividades, átrio, biblioteca/sala dos livros e sala de arrumos;

Piso 2 — Sala de atividades, arquivo, sala de arrumos e sala da torre.

O ambiente sonoro na área envolvente ao edifício é bastante sossegado, como se pode verificar da análise dos mapas de ruído, constantes da figura 1 e 2, em que o indicador diurno-entardecer-noturno, L_{den} , e noturno, L_n , se caracterizam por:

$$L_{den} \leq 65 \text{ dB (A)}$$

$$L_n \leq 55 \text{ dB (A)}$$



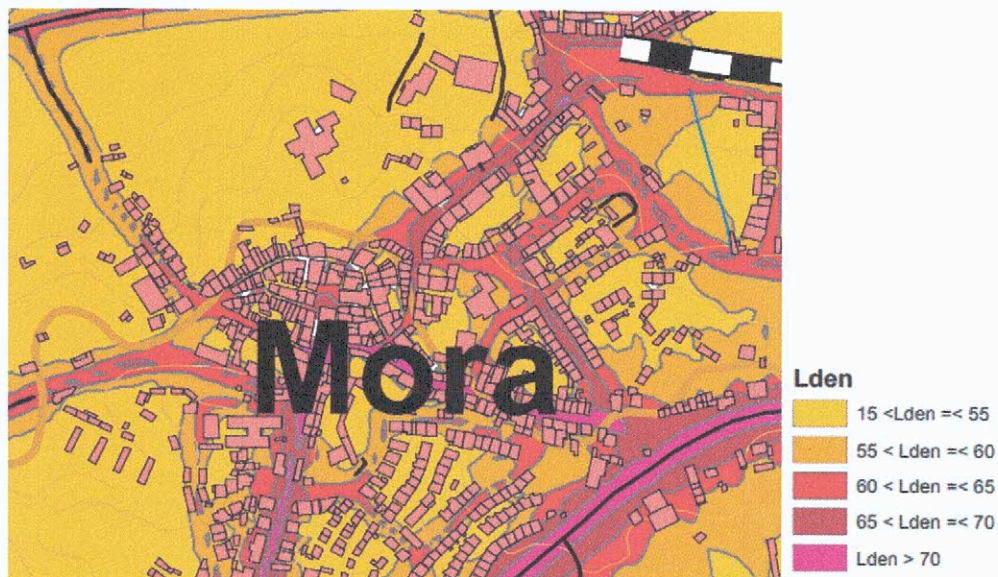


FIG. 1 – MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR DIURNO-ENTARDECER-NOTURNO, L_{DEN}

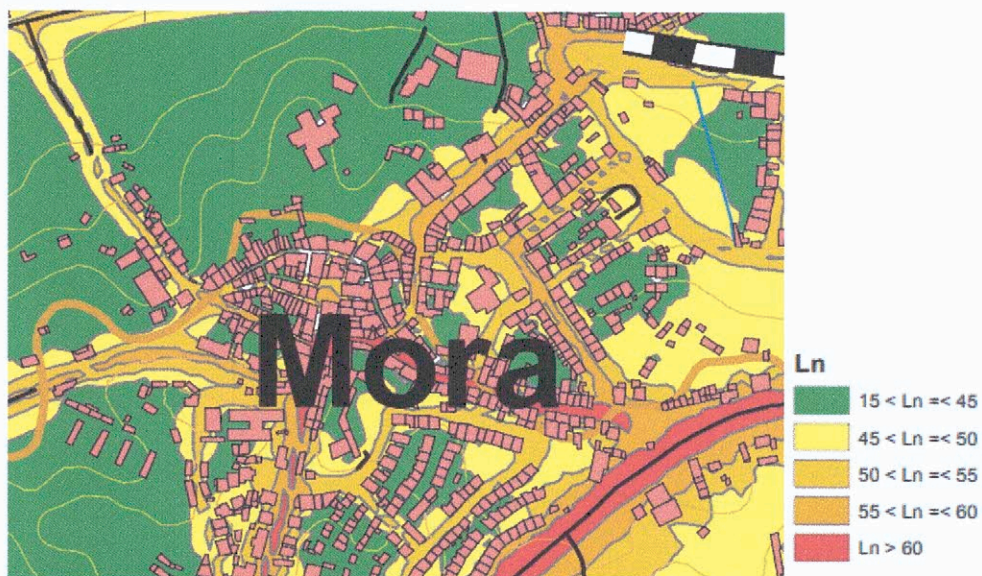


FIG. 2 – MAPA DE RUÍDO PARA O INDICADOR NOTURNO, L_n



B. CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

B.1. ISOLAMENTO A SONS AÉREOS ENTRE O EXTERIOR E O INTERIOR DO EDIFÍCIO

De acordo com o definido na alínea a) do número 1 do Artigo 7.º do RRAE, o índice de isolamento a sons aéreos, entre o exterior e o interior do edifício, deve satisfazer, a seguinte condição:

$$D_{2m,nT,w} \geq 33 \text{ dB}$$

A componente opaca do elemento de fachada é constituída por uma parede de alvenaria de pedra, com 60 cm de espessura, estucada no interior. Este elemento caracteriza-se por um índice de isolamento a sons aéreos de $R_w \geq 60 \text{ dB}$.

Os painéis envidraçados das janelas, que integram os elementos de fachada, têm a seguinte constituição:

- Vidro exterior 6 mm de espessura;
- Caixa-de-ar, com 12 mm de espessura;
- Vidro interior 5 mm de espessura.

O painel de vidro apresenta um índice de isolamento a sons aéreos de cerca de $R_w = 33 \text{ dB}$ pelo que se prevê que o isolamento global da fachada assuma um valor de $D_{2m,nT,w}$, superior à exigência regulamentar.

B.2. ISOLAMENTO A SONS AÉREOS ENTRE SALAS ADJACENTES

De acordo com a alínea b) do número 1 do artigo 7.º do RRAE, Quadro II, o índice de isolamento a sons de condução aérea, $D_{nT,w}$, entre salas de aula, como locais emissores, e salas de aula, como locais recetores, deve satisfazer a:

$$D_{nT,w} \geq 45 \text{ dB}$$

Os elementos de separação entre salas são constituídos por uma parede de alvenaria de pedra, com 50 cm de espessura, estucada no interior. Este elemento caracteriza-se por um índice de isolamento a sons aéreos de $R_w \geq 60 \text{ dB}$ pelo que se prevê um isolamento sonoro, $D_{nT,w}$, superior à exigência regulamentar.

B.3. ISOLAMENTO A SONS AÉREOS ENTRE SALAS SOBREPOSTAS

De acordo com a alínea b) do número 1 do artigo 7.º do RRAE o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{nT,w}$, entre compartimentos destinados a formação, deve satisfazer o seguinte requisito:





$$D_{nT,w} \geq 45 \text{ dB}$$

O elemento de separação horizontal, entre os pisos, tem a seguinte constituição:

- Soalho de madeira;
- Material resiliente;
- Barrotes de madeira;
- Placas de lã mineral entre vigas, com 40 mm de espessura e 70 kg/m³ de massa volúmica;
- Duas placas de gesso cartonado, com 15 mm de espessura;
- Placas de lã mineral, com 40 mm de espessura e 70 kg/m³ de massa volúmica;
- Teto falso absorvente sonoro com coeficiente de absorção sonora, α_w , maior ou igual a 0,6.

Prevê-se que o índice de isolamento a sons aéreos, $D_{nT,w}$, satisfaça as exigências requeridas.

B.4. ISOLAMENTO A SONS DE PERCUSSÃO ENTRE SALAS SOBREPOSTAS

De acordo com o ponto ii) da alínea c) do número 1 do artigo 7.º do RRAE, no interior dos locais de receção definidos no quadro II, o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'_{nT,w}$, proveniente de uma percussão normalizada sobre pavimentos de outros locais do edifício, como locais emissores, deve satisfazer o seguinte:

$$L'_{nT,w} \leq 65 \text{ dB}$$

O elemento de separação horizontal, entre os pisos, tem a seguinte constituição:

- Soalho de madeira;
- Material resiliente;
- Barrotes de madeira;
- Placas de lã mineral entre vigas, com 40 mm de espessura e 70 kg/m³ de massa volúmica;
- Duas placas de gesso cartonado, com 15 mm de espessura;
- Placas de lã mineral, com 40 mm de espessura e 70 kg/m³ de massa volúmica;
- Teto falso absorvente sonoro com coeficiente de absorção sonora, α_w , maior ou igual a 0,6.

Prevê-se que o índice de isolamento a sons de percussão, $L'_{nT,w}$, satisfaça as exigências requeridas.

B.5. TEMPOS DE REVERBERAÇÃO

De acordo com a alínea d) do número 1 do artigo 7.º, no interior de salas de formação e bibliotecas, considerados mobilados normalmente e sem ocupação, o tempo de reverberação, T , correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deve satisfazer a seguinte condição:

$$T \leq 0,15 V^{1/3} [\text{s}]$$





Nas salas de atividades e biblioteca/sala dos livros, devem ser aplicados tetos falsos, ou materiais projetados com características absorventes sonoras, com coeficiente de absorção sonora, α_w , maior ou igual a 0,6. Apresentam-se, no quadro 1, os valores regulamentares e os valores previstos para os tempos de reverberação.

Quadro 1
Tempos de reverberação

Espaços	Área (m ²)	Volume (m ³)	Tempo de reverberação (s)	
			Regulamentar	Previsto
Salas de atividades 1	30	86	0,66	0,50
Salas de atividades 2	12	44	0,53	0,52
Salas de atividades 3	43	103	0,70	0,45
Salas de atividades 4	16	34	0,49	0,37
Salas de atividades 6	32	111	0,72	0,59
Sala dos livros	45	173	0,84	0,66

Da comparação dos valores previstos com os valores regulamentares verifica-se que todos os espaços se encontram em conformidade com os requisitos regulamentares.

C. EQUIPAMENTOS

Não se prevê que os equipamentos de ar condicionado a instalar no edifício possam ser fontes de ruído suscetíveis de causar incomodidade para o próprio edifício ou para terceiros.

TÉCNICO RESPONSÁVEL PELO PROJETO

(Maria Odete Domingues)

(Eng.^a Civil, Membro da Ordem dos Engenheiros n.º 25519)

Especialista em Engenharia Acústica

T 210 174 686 wa-ec.pt

