

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

Índice

1	INTRODUÇÃO	2
2	DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA	2
3	DISPOSIÇÕES LEGAIS E REQUISITOS ACÚSTICOS DE PROJETO	5
4	PRINCÍPIOS DE CÁLCULO APLICADOS	10
5	SOLUÇÕES DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO PROPOSTAS	11
6	AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS	17
6.1	Identificação de Zonas Tipo	17
6.2	Resultados da estimativa do isolamento sonoro	17
6.2.1	Isolamento sonoro a sons de percussão	17
6.2.2	Isolamento sonoro a sons de condução aérea exterior	18
7	SOLUÇÕES DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO PROPOSTAS	18
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS	19
9	ERROS/OMISSÕES	19

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'ÁQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

1 INTRODUÇÃO

A presente memória descritiva e justificativa tem por objectivo a verificação da conformidade com o Regulamento dos Requisitos Acústicos de Edifícios, **remodelação do TOPO NORTE – Estádio Municipal de Leiria, localizado Arrabalde d'Áquem – Largo da Feira, em Leiria, e foi requerido pelo Município de Leiria**. Esta verificação foi, elaborada através da análise do comportamento dos materiais e soluções construtivas propostas no Projecto de Arquitectura, em função dos estímulos sonoros a serem produzidos no edifício em estudo.

Trata-se de uma reabilitação de um edifício existente, em que a reabilitação consiste apenas no topo Norte do Estádio Municipal de Leiria, e conta com sete pisos acima da cota do solo e três pisos abaixo da cota do solo, sendo que nos pisos abaixo da cota de solo estão localizadas as garagens.

2 DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIA

A nomenclatura e definição dos termos técnicos utilizados no presente estudo, de um modo geral, corresponde à normalização aplicável (tendo como referência a normalização Portuguesa e Internacional), nomeadamente as normas NP ISO 1996-1,2:2011, EN ISO 10140-1,2,3:2010, ISO 16283-1:2014, ISO 16283-2:2015, ISO 16283-3:2016, NP EN ISO 717-1:2013, NP EN ISO 717-2:2013, ISO 3382-1:2009, ISO 3382-2:2008, EN 12354-1:2000 e EN 12354-2:2000, assim como ao Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e ao Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de maio, com a redação dada pelo Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de junho.

Seguidamente é apresentada a definição dos parâmetros que constam deste estudo.

Leq - Nível sonoro contínuo equivalente em decibel: valor do nível de pressão sonora, em dB, de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo.

LAeq - Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, em decibel: valor do nível de pressão sonora, em dB(A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia sonora que o ruído referido naquele intervalo de tempo.

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

LAeq(ra) - LAeq do ruído ambiente. Ruído ambiente: ruído global medido durante a ocorrência do ruído particular em estudo, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado, incluindo a fonte em estudo.

LAeq(rr) - LAeq do ruído residual. Ruído residual: ruído ambiente ao qual se suprimem um ou mais ruídos particulares. É também vulgarmente designado por ruído de fundo.

LAeq(rp) - LAeq do ruído particular. Ruído particular: componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificado por meios acústicos e atribuído a uma determinada fonte sonora. Resultante da diferença de níveis sonoros entre LAeq(ra) e LAeq(rr).

Lden - Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno. Indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

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

Ld - Indicador de ruído diurno (7-20 h.); Le - Indicador de ruído no entardecer (20-23 h.); Ln - Indicador de ruído noturno (23-7 h.). Níveis sonoros médios de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos (diurnos, de entardecer ou noturnos) representativos de um ano.

LAr - Nível de avaliação, ponderado A, em decibel: valor do LAeq do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular (componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada e atribuída a uma determinada fonte sonora), em dB(A), corrigido de acordo com as características tonais e/ou impulsivas do ruído particular (de acordo com o anexo 1 do Dec. Lei 9/2007).

LAr,nT - Nível de avaliação padronizado, de ruído particular de equipamentos, ponderado A, em decibel: valor do LAeq, em dB(A), adicionado da correção devida às características tonais do som, se existir, de acordo com o anexo 1 do Regulamento Geral do Ruído aprovado pelo Dec. Lei 9/2007. Este nível de avaliação corresponde apenas ao ruído ambiente especificamente atribuído a uma determinada fonte sonora (p. ex. equipamentos coletivos de um edifício), e resulta da medição de ruído ambiente ao qual foi descontado o ruído residual (com o equipamento desligado).

T30 - Tempo de reverberação calculado com base no decaimento de energia sonora entre -5 dB e -35 dB, e extrapolado para 60 dB de decaimento. No presente estudo é considerado o parâmetro

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

designado de “Tr”, para os resultados em bandas de frequência, e de “T”, para a média do T30 nas bandas de oitava de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz.

EDT - Tempo de reverberação mais curto, calculado com base no decaimento de energia sonora entre 0 dB e -10 dB, e extrapolado para 60 dB de decaimento. Quando não associado a bandas de frequência, os valores apresentados no presente documento são referentes à média das oitavas de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz.

BR – “Bass Ratio”, que corresponde à relação entre a soma dos T30 nas bandas de oitava de 125 Hz e 250 Hz e a soma dos T30 nas bandas de oitava de 500 Hz e 1000 Hz.

RASTI e STI - Índice de transmissão rápida de linguagem, que utiliza uma escala que varia de 0 a 100%, onde o “0” corresponde a uma inteligibilidade nula e o valor “100” corresponde a uma inteligibilidade perfeita (na prática ambas inatingíveis). O RASTI é determinado de forma mais simplificada, considerando apenas as oitavas de 500 e 2000 Hz (com 9 índices de modulação). O índice STI é determinado de forma “robusta”, considerando-se as oitavas de 125 a 8000Hz (para um total de 98 índices de modulação).

D50 - Definição: parâmetro determinado através da relação entre a energia registada nos primeiros 50 mseg (som direto e primeiras reflexões) e a energia total. Este valor é expresso em percentagem (ou eventualmente numa escala de 0 a 1) e quanto maior for melhor será a inteligibilidade da palavra na sala. De um modo geral, este valor deverá ser superior a 50%.

LF - Eficiência Lateral (“Lateral Energy Fraction”), que corresponde à relação entre a energia que chega lateralmente a um ouvinte, dentro dos primeiros 80 ms após a chegada do som direto (exclui o som direto), e a energia recebida em todas as direções no mesmo intervalo de tempo (som direto mais primeiras reflexões).

C80 - Claridade musical: parâmetro determinado através da relação entre a energia registada nos primeiros 80 mseg e a energia registada após os 80 mseg. Uma sala soa de forma clara quando os sons sucessivos e sons simultâneos são percebidos de forma distinta. A claridade é função da intensidade do som direto, do tempo de reverberação e do intervalo entre a chegada do som direto e o primeiro som refletido. Por outro lado, a natureza da música que se executa numa sala poderá também conduzir a sensações distintas no que respeita à claridade da sala.

DnT,w e D2m,nT,w - Índice de isolamento sonoro padronizado a sons de condução aérea, para um tempo de reverberação do compartimento recetor T0, respetivamente para as situações entre

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

compartimentos e entre o exterior e o interior: parâmetros globais de isolamento acústico, obtidos a partir do ajustamento da curva corrigida de isolamento com a curva convencional de referência, determinada experimentalmente de acordo com os procedimentos indicados nas normas ISO 16283-1, ISO 16283-3 e NP EN ISO 717-1. TO toma habitualmente o valor de 0.5 s.

L'nT,w - Índice de isolamento sonoro padronizado para sons de percussão: parâmetro global de transmissão sonora, obtido a partir do ajustamento do espectro normalizado do nível de pressão sonora de percussão (L'nT) com a curva convencional de referência para sons de percussão, determinado experimentalmente de acordo com os procedimentos indicados nas Normas ISO 16283-2 e ISO 717-2.

Rw - Índice de redução sonora, obtido em laboratório (considerando apenas a transmissão direta). Pode ser obtido experimentalmente através dos procedimentos indicados nas Normas NP EN ISO 10140 e NP EN ISO-717-1.

R'w - Índice de redução sonora aparente, obtido em In Situ (considerando as transmissões diretas e indiretas). Pode ser obtido experimentalmente através dos procedimentos indicados nas normas ISO 16283-1 e NP EN ISO 717-1.

C e Ctr - Termos de adaptação respetivamente para um espectro do tipo Ruído Rosa e Ruído de Tráfego Urbano, indexados aos índices globais de isolamento Rw, R'w ou D2m,nT,w, determinados de acordo com a norma NP EN ISO 717-1.

ΔLw - Índice de redução do nível de pressão sonora normalizado, para sons de percussão, proporcionado pelo revestimento do piso, determinado experimentalmente de acordo com os procedimentos indicados nas Normas NP EN ISO 10140 e NP EN ISO 717-2.

3 DISPOSIÇÕES LEGAIS E REQUISITOS ACÚSTICOS DE PROJETO

A regulamentação existente em vigor, no que respeita às condições acústicas, é apresentada no Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro, que entrou em vigor a 1 de Fevereiro de 2007. Este regulamento, à semelhança com o anterior Regime Legal Sobre Poluição Sonora (revogado pelo novo RGR), define de uma forma global uma política de prevenção e combate ao ruído, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem estar das populações.

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

No que se refere aos requisitos técnico-funcionais dos edifícios, encontra-se atualmente em vigor o Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE, aprovado pelo Dec. Lei nº 129/2002 de 11 de Maio, com a nova redação dada pelo Dec. Lei nº 96/2008 de 9 de Junho).

Na presente situação, aplica-se o artigo 6º do RRAE, relativo a edifícios comerciais e de serviços, (ver Quadro 1), o artigo 7º do RRAE, relativo a edifícios escolares e similares, e de Investigação (ver Quadro 2), e o artigo 10º-A do RRAE, relativo a auditórios e salas (ver Quadro 3).

Quadro 1 - Requisitos acústicos exigidos em edifícios comerciais e de serviços, (Art. 6º do RRAE).

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1a)	Entre o exterior e escritórios, refeitórios ou recintos públicos de restauração	$D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 30$ dB em escritórios com $V \geq 100m^3$ $D_{2m,nT,w} + (C;Ctr) \geq 25$ dB em refeitórios ou recintos públicos de restauração C ou Ctr , somados a $D_{2m,nT,w}$, quando área translúcida superior a 60% do elemento de fachada (função do tipo de ruído dominante na emissão).
1b)	Entre quaisquer locais do edifício e escritórios ($V \geq 100m^3$) ou recintos com vocação similar	$L'_{nT,w} \leq 60$ dB
1c)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em refeitórios ou recintos públicos de restauração $T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em escritórios com $V \geq 100m^3$
1d)	Nos locais situados no interior do edifício, onde se exerçam actividades que requeiram concentração e sossego o valor de $L_{Ar,nT}$ do ruído particular de equipamentos do edifício deve ser:	$L_{Ar,nT} \leq 42$ dB(A) se o funcionamento for intermitente $L_{Ar,nT} \leq 37$ dB(A) se o funcionamento for contínuo
4 e 5	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos deve considerar-se:	+ 3 dB para $D_{2m,nT,w}$ - 3 dB/dB(A) para $L'_{nT,w}$ e $L_{Ar,nT}$ e - 25% para T

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

Quadro 2 - Requisitos acústicos exigidos em edifícios escolares e similares, e de Investigação
(Art. 7º do RRAE).

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1a)	Isolamento a sons de condução aérea entre o exterior e os compartimentos recetores*	D2m,nT,w + (C;Ctr) ≥ 28 dB – em zonas sensíveis reguladas pela alínea b) do n.º1 do art. 11 do RGR D2m,nT,w + (C;Ctr) ≥ 33 dB – em zonas mistas ou zonas sensíveis reguladas pelas alíneas c), d) e e) do n.º1 do art. 11 do RGR C ou Ctr, somados a D2m,nT,w, quando área translúcida superior a 60% do elemento de fachada (função do tipo de ruído dominante na emissão)
1c)	Índice de isolamento sonoro padronizado para sons de percussão em compartimentos recetores*, proveniente de outros locais do edifício	L'nT,w ≤ 60 dB se o local emissor for corredor de grande circulação, ginásio, refeitório ou oficina L'nT,w ≤ 65 dB se o local emissor for salas de aula, berçário ou salas polivalentes
1d)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0.15 \times V^{1/3}$ [s] em salas de aula, salas polivalentes, bibliotecas, refeitórios e ginásios
1e)	Área de absorção sonora equivalente média (entre 500, 1000 e 2000Hz), A, em átrios e corredores de grande circulação	$A \geq 0.25 \times S_{planta}$
1f)	Ruído particular de equipamentos do edifício (LAr,nT) em compartimentos recetores*	Bibliotecas LAr,nT ≤ 35dB(A) se o funcionamento for intermitente LAr,nT ≤ 30 dB(A) se o funcionamento for contínuo Restantes compartimentos recetores* LAr,nT ≤ 40dB(A) se o funcionamento for intermitente LAr,nT ≤ 35 dB(A) se o funcionamento for contínuo
1b)	Locais de receção ----- Locais de emissão	Salas de aula (incluindo musical), de professores, administrativas Bibliotecas e gabinetes médicos Salas polivalentes e Berçários
1b)	Salas de aula, de professores, administrativas	DnT,w ≥ 45 dB
1b)	Salas de aula musical, salas polivalentes, refeitórios, ginásios e oficinas	DnT,w ≥ 55 dB

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

1b)	Berçários	$D_{nT,w} \geq 53 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 55 \text{ dB}$	$D_{nT,w} \geq 48 \text{ dB}$
1b)	Corredores de grande circulação	$D_{nT,w} \geq 30 \text{ dB}$ +15dB se não existir porta	$D_{nT,w} \geq 35 \text{ dB}$ +15dB se não existir porta	$D_{nT,w} \geq 30 \text{ dB}$ +15dB se não existir porta
4 e 5	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos deve considerar-se:	$+ 3 \text{ dB}$ para $D_{2m,nT,w}$ e para $D_{nT,w}$ $- 3 \text{ dB/dB(A)}$ para $L'_{nT,w}$ e $L_{Ar,nT}$ $- 25\%$ para T		

* - Compartimentos recetores - Salas de aula, de professores, administrativas, polivalentes e berçários, gabinetes médicos e bibliotecas

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

Quadro 3 – Requisitos acústicos exigidos em Auditórios e Salas (conferência, polivalentes e/ou cinema)
(Art. 10º -A do RRAE).

Ref.	Elemento / local	Mínimo Regulamentar
1a) e 1b)	Tempo de reverberação médio (entre 500, 1000 e 2000Hz), T, no interior de auditórios e salas de conferência, polivalentes e/ou cinema, com mobiliário e sem ocupação	$T \leq 0,12 \times V^{1/3}$ [s], se $V < 250 \text{ m}^3$ $T \leq 0,32 + 0,17 \log(V)$ [s], se $250 \leq V \leq 9000 \text{ m}^3$ $T \leq 0,05 \times V^{1/3}$ [s], se $V > 9000 \text{ m}^3$ Para além deste requisito, o projeto de condicionamento acústico deve incluir um estudo específico destinado a assegurar uma característica de reverberação adequada no restante espectro de frequência e uma boa inteligibilidade da palavra nos diversos locais do recinto.
2	Em auditórios e salas cuja principal valência não corresponde a actividades assentes na oratória (salas de música e/ou de espectáculos)	O projeto de condicionamento acústico deve incluir um estudo específico destinado a assegurar a conformação acústica adequada à sua utilização funcional
3	Em fachadas de auditórios e salas (indicadas em 1 e 2)	$D_{2m,nT,w} + (C;Ctr)$ de forma a que LA_{eq} no interior destes recintos, na ausência de funcionamento das instalações técnicas, satisfaça o seguinte: $LA_{eq} \leq 30 \text{ dB(A)}$
4	Entre várias salas de cinema	$D_{nT,w} \geq 65 \text{ dB}$ e $D_{nT,oit.63Hz} \geq 45 \text{ dB}$
5	No interior dos recintos, o nível sonoro contínuo equivalente do ruído particular, LA_{eq} , associado ao funcionamento das instalações técnicas, com a sala desocupada	$LA_{eq} \leq 38 \text{ dB(A)}$, em salas de cinema $LA_{eq} \leq 30 \text{ dB(A)}$, nos restantes recintos
6	Os requisitos indicados nos pontos 1 a 5 aplicam-se aos recintos que constituem o uso principal do edifício em que se inserem e os que se integram em edifícios com outro usos	
8 e 9	Nas avaliações in situ destinadas a verificar o cumprimento dos requisitos deve considerar-se:	+ 3 dB para $D_{2m,nT,w}$ e para $D_{nT,w}$ + 5 dB para $D_{nT,oit.63Hz}$ - 3 dB(A) para LA_{eq} - 25% para T, se $V \leq 250 \text{ m}^3$ - 35% para T, se $250 \leq V \leq 9000 \text{ m}^3$ - 40 % para T, se $V > 9000 \text{ m}^3$

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

4 PRINCÍPIOS DE CÁLCULO APLICADOS

De um modo geral, a proteção acústica de um edifício, como forma de garantir um adequado conforto acústico no seu interior, pode ser concretizada através da atuação articulada segundo quatro vertentes da acústica: o isolamento a sons aéreos; o isolamento de ruídos de percussão; o condicionamento acústico interior; e a minimização do ruído produzido por equipamentos mecânicos do edifício.

No isolamento a sons aéreos, existem duas situações que interessa distinguir: o isolamento entre o exterior e o interior, normalmente associado ao isolamento de fachada; e o isolamento entre compartimentos interiores. No primeiro caso, e para a generalidade dos espaços do edifício, o isolamento sonoro depende essencialmente dos vãos envidraçados, em especial dos caixilhos e dos vidros (incluindo elementos de contorno). No segundo caso, o isolamento sonoro depende do(s) elemento(s) de separação direto(s) e dos elementos marginais adjacentes, para além de eventuais caminhos de transmissão secundários, como por exemplo, através de portas e corredores ou através de condutas de ventilação.

A transmissão de sons de percussão, com origem nos pavimentos, depende das transmissões diretas (no caso de transmissão descendente, entre compartimentos adjacentes), bem como das transmissões marginais, através dos elementos adjacentes. De uma forma geral, a minimização do ruído transmitido por esta via pode ser conseguida, de forma bastante eficaz, através da utilização de revestimentos de piso ou de bases de piso de elevada redução a ruídos de percussão.

O estudo do condicionamento acústico interior, de um espaço fechado, depende sobretudo da geometria do espaço, do tipo de revestimentos interiores e do recheio (mobiliário e ocupação), e visa a obtenção de um ambiente acústico adequado ao seu volume e às suas funções e/ou o controlo de ruído no seu interior.

A minimização do ruído produzido por equipamentos mecânicos do próprio edifício em estudo acaba por estar muito dependente das vertentes anteriormente indicadas, no entanto, e em particular no caso de equipamentos AVAC, é muitas vezes necessária a minimização da transmissão de vibrações por via estrutural (condicionamento vibrátil) e o controlo da transmissão de ruído por via aérea, através de condutas ou através do meio exterior. A minimização das vibrações, à semelhança do isolamento de ruídos de percussão, pode ser conseguida através da aplicação de elementos resilientes e/ou de plataformas flutuantes sob os equipamentos. No entanto, face às fortes

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

componentes em baixa frequência, que normalmente lhes estão associadas, a espessura dos elementos resilientes (ou de apoios antivibratórios) terá de ser muito superior ao utilizado para controlar a transmissão de ruídos de percussão. O controlo do ruído transmitido por via aérea diretamente através de condutas ou pelo exterior, pode ser concretizado através da aplicação respetivamente de atenuadores sonoros, em condutas, e de barreiras acústicas fonoabsorventes, na envolvente das fontes de ruído (equipamentos).

Neste projeto, foram genericamente utilizados os seguintes princípios de cálculo:

- Estudo do isolamento a sons aéreos, através da Norma EN 12354-1 ("Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 1: Airborne sound insulation between rooms."), recorrendo ao programa de cálculo "Acoubat Sound – V3.1".
- Estudo do isolamento a sons de percussão, através da Norma EN 12354-2 ("Building acoustics. Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements. Part 2: Impact sound insulation between rooms."), recorrendo ao programa de cálculo "Acoubat Sound – V3.1";
- Estudo do condicionamento acústico, através da descrição estatística (para cálculo dos tempos de reverberação) e da teoria geométrica, em especial em fase pré-dimensionamento, e através da modelação numérica "Ray Tracing", recorrendo ao programa de cálculo automático CATT-Acoustics V8.
- Estudo do ruído produzido por equipamentos, transmitido para o interior e para o exterior dos edifícios, de acordo com as metodologias apresentadas nas publicações "Handbook of Noise Control" de Cyril Harris e "La Pratique de L'Isolation Acoustique des Batiments" de Jean Pujolle.

5 SOLUÇÕES DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO PROPOSTAS

De acordo com o exposto anteriormente, a obtenção de um comportamento acústico adequado passa pela adoção de um conjunto de medidas e soluções de condicionamento acústico interior, de isolamento a sons aéreos, de isolamento a sons de percussão e de minimização da transmissão de ruído produzido por equipamentos, quer para o interior do edifício, quer para a sua envolvente exterior.

**PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM**

**PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO**

MEMORIA DESCRITIVA

De acordo com o exposto e tendo como objetivo a satisfação dos requisitos indicados no ponto 3, são propostas neste estudo as soluções indicadas de seguida no Quadro 4. Para algumas soluções, e sempre que se justifique, são apresentadas referências comerciais a título meramente indicativo. Nas peças desenhadas, apresentadas em anexo, são localizadas em planta as soluções indicadas, que correspondem apenas às soluções construtivas de maior incidência acústica. Para soluções de maior complexidade de execução e/ou com maior suscetibilidade de erros de execução, serão posteriormente, nas fases seguintes de projeto, apresentados pormenores construtivos (ou esquemas de principio de execução).

Refira-se que, parte das soluções apresentadas resultaram da compatibilização das várias especialidades de projeto envolvidas, em particular da Arquitetura, e das necessidades do dono de obra. Contudo, algumas destas soluções, poderão ainda ser posteriormente reajustadas e adaptadas na fase seguinte de projeto.

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

Ref.	Designação	Descrição
S1	Divisória em alvenaria c/ esp.≥9 cm	Divisória em alvenaria de blocos de betão de espessura não inferior a 10 cm (ou eventualmente em tijolo de espessura não inferior a 9 cm), rebocada em ambas as faces no mínimo com 1,5 cm de espessura de reboco por face, e com as juntas de argamassa de assentamento (horizontais e verticais) totalmente preenchidas.
S2	Divisória em alvenaria c/ esp.≥15 cm	Divisória em alvenaria de blocos de betão ou de tijolo, de espessura não inferior a 15 cm, rebocada em ambas as faces no mínimo com 1,5 cm de espessura de reboco por face, e com as juntas de argamassa de assentamento (horizontais e verticais) totalmente preenchidas.
S3	Divisória em alvenaria dupla ou em bloco simples de 25 cm	Parede dupla em alvenaria de blocos de betão ou de tijolo, no mínimo com dois panos de 11 cm, com caixa de ar totalmente preenchida com lã de rocha de espessura não inferior a 40 mm com cerca de 70 kg/m ³ , rebocada em ambas as faces exteriores no mínimo com 1,5 cm de espessura de reboco por face, e com as juntas de argamassa de assentamento (horizontais e verticais) totalmente preenchidas. No caso de paredes da envolvente exterior, por razões higrotérmicas, em vez da lã de rocha na caixa de ar poderá optar-se pela aplicação de XPS ou de preferência em aglomerado de cortiça, mas, neste caso, o pano exterior deverá apresentar uma espessura não inferior a 15 cm. Em alternativa poderá optar-se por uma parede simples em blocos de 25 cm de espessura, assentes com as juntas de argamassa (horizontais e verticais) totalmente preenchidas e rebocada em ambas as faces, reforçada com isolamento térmico (conforme projeto de especialidade).
S4	Porta acústica com $R_w \geq 42$ dB	Aplicação de porta acústica com $R_w \geq 42$ dB (por exemplo, porta do tipo "SILENTIUM PM 43Re, com classe de resistência ao fogo EI30, ou SILENTIUM PM 43CF" com classe de resistência ao fogo EI60, ou equivalente), constituída por conjunto porta mais aro, de duplo batente em todo o contorno lateral e superior e com um dispositivo de soleira amovível (de fecho automático com o fecho da porta). A constituição da porta deverá ser do tipo multicamada, com acabamento a madeira, com uma espessura total não inferior a 55 mm e massa não inferior a 45 kg/m ² .
S5	Porta pesada com vedação de frinchas (com $R_w \geq 28$ dB)	Porta em sanduíche com massa não inferior a 20 kg/m ² , com adequada vedação de frinchas em todo o seu contorno, de forma a garantir, o conjunto do aro e porta, um índice de isolamento R_w não inferior a 28 dB.
S6	Divisória acústica amovível com $R_w \geq 45$ dB	Divisórias móveis deslizantes em rodízios, em calha fixa a estrutura de suporte fixa, com sistema de vedação, por forma a garantir um índice de isolamento $R_w \geq 45$ dB, através de sistema de divisórias do tipo "Wallmaster Cruzfer Acústico-M945", ou equivalente.

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

S7	Vãos envidraçados exteriores c/ $R_w \geq 37$ dB	Vão envidraçado fixo, com vidro duplo, PLANICLEAR 10mm+COOL-LITE SKN 176+AR 16+ PLANICLEAR 6mm+PVB SILENCE 0.38mm+ PLANICLEAR 6mm. O conjunto vidro e caixilho deverão garantir um índice R_w não inferior a 37 dB;
S8	Vãos envidraçados Interiores c/ $R_w \geq 41$ dB (-2;-6)	Estrutura de apoio vertical em perfil de aço galvanizado, sendo o rodapé e o rodactecto em perfil U, de alumínio (liga ENAW-6060 AL Mg Si), revestidos nas faces com vedante em espuma de PVC autocolante, revestido com vidro duplo de 6mm laminado, assente numa estrutura em alumínio lacada Platinum Grey, apoiado em bites de PVC;
S9	Tratamento de coretes e atravessamento e traçado de condutas	Instalação de condutas de forma a evitar a introdução de quebras significativas de isolamento, se possível inseridas em "courettes", revestidas interiormente com lã mineral, de espessura não inferior a 40 mm, com proteção em tecido de fibra de vidro (do lado da courette), do tipo "TECH Slab 3.0 G1 - Painei NETO - ISOVER, ou equivalente, conforme Pormenor Por.02. No caso de courettes totalmente envolvidas por paredes, estas paredes podem ser executadas em alvenaria de tijolo, no mínimo de 11 cm de espessura, ou eventualmente em gesso cartonado, no mínimo com um painel de 15 mm, montante de 48 mm com caixa de ar totalmente preenchida com lã de rocha de massa volúmica não inferior a 40 kg/m³, e segundo painel de gesso cartonado igualmente com 15 mm. No traçado horizontal de condutas, a mesma conduta nunca deve ligar diretamente duas salas adjacentes. O remate entre a conduta de atravessamento da divisória entre o corredor e cada quarto deverá ser convenientemente vedado (em argamassa em paredes de alvenaria ou em massa de barramento nas divisórias de gesso cartonado), ou de preferência segundo um esquema de princípio conforme indicado no Pormenor PS17B (em particular no atravessamento para as salas de música). Por outro lado, e pelo menos para o caso das salas de música, recomenda-se ainda a aplicação de um troço terminal de conduta, no interior de cada uma destas salas, com pelo menos 1,0m de comprimento, em conduta com revestimento interior fonoabsorvente do tipo "Viny-Phon - France Air", ou equivalente.
S10	Apoios/maciços antivibratórios em instalações técnicas	Todos os equipamentos com partes rotativas deverão ser suportados através de apoios anti-vibráteis, recomendando-se para equipamentos com massa superior a 100 kg a aplicação de sinoblocos do tipo "CDM-HR-79", ou equivalente (com área de forma a ficar com cerca de 1.5 a 2.5 kg/cm² do sinobloco) ou do tipo "CDM-HR-80",

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

		ou equivalente (com área de forma a ficar com cerca de 4 a 6 kg/cm ² do sinobloco), com altura não inferior a 50 mm. Para equipamentos leves (com massa inferior a 100 kg) recomenda-se a aplicação de apoios de fixação mecânica (com rosca e/ou porca), do tipo "FZ SYLOMER - Mecanocaucho da AMC", ou equivalente, com uma espessura não inferior a 45 mm (selecionados de acordo com a carga instalada por apoio). No caso específico de equipamentos mecânicos suspensos, com partes rotativas, os apoios deverão ser de suspensão do tipo, "Akustik 1 + Sylomer da AMC", ou equivalente (cujo modelo deverá ser selecionado em função da carga por apoio, sabendo que para a marca indicada existem para cargas por apoio de 30, 60, 75 e 150 kg). Para equipamentos com ligação a condutas, para além dos apoios antivibratórios, recomenda-se a aplicação de mangas flexíveis entre o equipamento e a ligação às condutas (por exemplo em PVC), quer do lado da insuflação, quer do lado da extração. Para equipamentos pesados e de elevada emissão de vibrações, em todas as zonas de apoio ou fixação do equipamento, recomenda-se a execução de uma laje de inércia flutuante para apoio e suporte do equipamento, para além dos apoios antivibratórios no suporte e fixação dos equipamentos principais. Esta laje deverá ser executada em betão armado com cerca de 8 a 10 cm de espessura, betonada sobre manta de aglomerado de borracha do tipo "CDM-ISO-MTA 20/10", ou equivalente, com 20 mm de espessura (ou 2 camadas sobrepostas de 10 mm), conforme se esquematiza no Pormenor PS18A. Para áreas técnicas interiores, em alternativa ao aglomerado de borracha, poderá utilizar-se o aglomerado de espuma de poliuretano flexível do tipo "AGL 150 - Aglomex" ou equivalente, com cerca de 50 mm de espessura, coberto por membrana de polietileno (plástico), para evitar a infiltração dos fluídos do betão durante a betonagem. Esta laje de inércia deverá ficar rigidamente desligada de todo o contorno, recomendando-se que a manta flexível e eventual membrana plástica dobre em todo o contorno cerca de 20 cm (sendo cortada após a execução do revestimento de piso), conforme se esquematiza no Pormenor PS18B. Esta laje ou maciço de inércia flutuante poderá abranger apenas a área correspondente a cada equipamento ou conjunto de equipamentos.
S11	Atenuadores sonoros em condutas de AVAC	Para equipamentos de AVAC, com ligação a condutas de ventilação, deverão ser aplicados atenuadores sonoros entre o equipamento e a conduta, a dimensionar em função da potência sonora do equipamento específico a instalar, de forma a não ultrapassar o nível de sonoro LAeq de 30 dB(A), no interior do auditório e um LAr,nT não superior a 35 dB(A) nos restantes espaços onde se exige concentração e

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

		sossego. A instalação destas condutas e dos atenuadores deverá ser executado de forma a evitar a introdução de quebras significativas de isolamento, pelo que o remate entre a conduta de atravessamento da parede deverá ser convenientemente vedado (ver solução S17). Para além dos atenuadores sonoros junto aos equipamentos de AVAC deverão ser aplicados atenuadores, na insuflação e no retorno, dentro de todas as salas de música, de acordo com o indicado na solução S9.
--	--	--

NOTAS: Em relação à rede de esgotos (incluindo pluviais), pelo interior do edifício, recomenda-se o seguinte:

- i) Nas zonas chumbadas em paredes ou lajes, os tubos e/ou coletores deverão ser envolvidos com membrana de polietileno reticular de célula fechada com 10 mm de espessura, do tipo "IMPACTODAN 10" ou equivalente.
- ii) A fixação pontual dos tubos e coletores às paredes e/ou estrutura deverá ser efetuada através de braçadeiras de fixação, com a zona de aperto no tubo revestida com faixa de membrana de aglomerado de borracha com 10 mm de espessura, do tipo "CDM-MTA-10" ou equivalente (faixa com cerca de 10 cm de largura a envolver o tubo na zona de fixação do tubo à braçadeira, de forma a minimizar a transmissão de vibrações do tubo para o elemento de fixação às paredes e/ou estrutura do edifício).
- iii) Se existirem zonas de traçado sobre tetos falsos, deverá proceder-se ao envolvimento de toda a extensão do coletor com um primeiro elemento em lã de rocha com cerca de 30 mm de espessura, de 40 kg/m³, revestida exteriormente com folha de alumínio, e um segundo elemento, pelo exterior, com duas camadas de membrana elastómera auto-adesiva do tipo TECSOUND SY50, ou equivalente. As braçadeiras de suspensão dos coletores deverão apertar por fora destas duas camadas elastómeras ou, em alternativa, apertar sobre faixa com cerca de 10 cm de largura de membrana de aglomerado de borracha com 10 mm de espessura, do tipo "CDM-MTA-10" ou equivalente.

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
 NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
 ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
 10.2025
 CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

6 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS

6.1 Identificação de Zonas Tipo

Descrição das zonas cuja solução será objecto de justificação por meio de cálculos. Para cada zona identificação (quantificação) das exigências a cumprir.

6.2 Resultados da estimativa do isolamento sonoro

Apresentam-se aqui os resultados mais desfavoráveis de isolamento sonoro calculados no edifício, classificados de acordo com as diferentes combinações de compartimentos emissores e receptores presentes na regulamentação vigente. Em concreto, verifica-se aqui o cumprimento das exigências acústicas descritas no Artigo 5 do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, referentes aos índices de isolamento sonoro a sons de condução aérea interior, sons de percussão e sons de condução aérea exterior. Os resultados finais mostrados são acompanhados dos valores intermédios mais significativos, apresentando o cálculo detalhado no capítulo de justificação de resultados deste mesmo documento, para cada uma das entradas nas tabelas de resultados.

6.2.1 Isolamento sonoro a sons de percussão

Id	Compartimento receptor	Compartimento emissor	$L_{n,w,Dd}$ (dB)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	$L'_{n,w}$ (dB)	V (m³)	$L'_{nT,w}$ (dB) exigido	estimado
Escritório - Zona de circulação								
1	S02_Zona 1.17	S07_Zona de circulação_1	---	55.5	429.3	60	44.1	
Escritório - Escritório								
2	S01_Zona 0.16	S05_Zona 1.14	61.3	45.7	61.4	424.8	60	50.0

Notas:

Id: Identificador da ficha de cálculo detalhado para a entrada de resultados na tabela

$L_{n,w,Dd}$: Índice de isolamento sonoro a sons de percussão, normalizado, para a transmissão directa

$L_{n,w,Df}$: Índice de isolamento sonoro a sons de percussão, normalizado, para a transmissão indirecta

$L'_{n,w}$: Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado

V: Volume do compartimento receptor

$L'_{nT,w}$: Nível global de pressão sonora a sons de percussão, padronizado

PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
 NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
 ARRABALDE D'AQUÉM

PROJETO DE EXECUÇÃO
 10.2025
 CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

MEMORIA DESCRITIVA

6.2.2 Isolamento sonoro a sons de condução aérea exterior

Id	Compartimento receptor	% aberturas	$R_{Dd,w}$ (dB)	R'_{w} (dB)	S_s (m ²)	V (m ³)	$D_{2m,nT,w/A}$ (dB)	
							exigido	estimado
1	S05_Zona 1.14 (Escritórios)	81.4	36.8	36.8	31.13	367.1	30	42.6

Notas:

Id: Identificador da ficha de cálculo detalhado para a entrada de resultados na tabela

% aberturas: Percentagem de aberturas da superfície

$R_{Dd,w}$: Índice ponderado de redução sonora para a transmissão directa

R'_{w} : Índice de redução sonora aparente

S_s : Área total em contacto com o exterior

V: Volume do compartimento receptor

$D_{2m,nT,w/A}$: Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado

Segundo a norma NP EN 12354-3, representa-se a soma entre o índice de isolamento sonoro a sons aéreos provenientes do exterior e o termo de adaptação espectral da seguinte forma: $D_{2m,nT,w} + C = D_{2m,nT,A}$

7 SOLUÇÕES DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO PROPOSTAS

De acordo com o exposto anteriormente, a obtenção de um comportamento acústico adequado passa pela adoção de um conjunto de medidas e soluções de condicionamento acústico interior, de isolamento a sons aéreos, de isolamento a sons de percussão e de minimização da transmissão de ruído produzido por equipamentos, quer para o interior do edifício, quer para a sua envolvente exterior.

De acordo com o exposto e tendo como objetivo a satisfação dos requisitos indicados no ponto 3, são propostas neste estudo as soluções indicadas de seguida no Quadro 1. Para algumas soluções, e sempre que se justifique, são apresentadas referências comerciais a título meramente indicativo. Nas peças desenhadas, apresentadas em anexo, são localizadas em planta as soluções indicadas, que correspondem apenas às soluções construtivas de maior incidência acústica. Para soluções de maior complexidade de execução e/ou com maior suscetibilidade de erros de execução, serão posteriormente, nas fases seguintes de projeto, apresentados pormenores construtivos (ou esquemas de principio de execução).

Refira-se que, parte das soluções apresentadas resultaram da compatibilização das várias especialidades de projeto envolvidas, em particular da Arquitetura, e das necessidades do dono de obra. Contudo, algumas destas soluções, poderão ainda ser posteriormente reajustadas e adaptadas na fase seguinte de projeto.

**PROJETO DE ARQUITETURA E ESPECIALIDADES DO TOPO
NORTE DO ESTÁDIO MUNICIPAL DE LEIRIA
ARRABALDE D'AQUÉM**

**PROJETO DE EXECUÇÃO
10.2025
CONDICIONAMENTO ACÚSTICO**

MEMORIA DESCRITIVA

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com o exposto anteriormente, e após a execução correta das várias soluções propostas neste estudo, são esperados resultados finais que cumprem a legislação existente em vigor aplicável (Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Dec. Lei nº 9/2007 de 17/01, e Regulamento de Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Dec. Lei nº 129/2002 de 11/05, alterado pelo Dec. Lei nº 96/2008 de 9/06), bem como os requisitos de projeto indicados neste documento.

As soluções acústicas referenciadas neste projeto devem ser consideradas nas medições e na estimativa orçamental do projeto de execução da arquitetura. Quanto às indicações relacionadas com as instalações técnicas, nomeadamente a necessidade de instalação de apoios antivibratórios e de atenuadores sonoros em equipamentos e as recomendações para o traçado e instalação da rede de esgotos, estas devem ser consideradas no respetivo projeto de especialidade.

9 ERROS/OMISSÕES

Todas as indicações que constituem o presente projecto devem ser cumpridas, seguindo-se sempre toda a legislação em vigor.

Em tudo o que se encontrar omissa ou menos claro, serão cumpridas as disposições regulamentares em vigor e o parecer da fiscalização.

09 de novembro de 2020

(Eng.º Cláudio Dias)