

PROJETO DE CONDICIONAMENTO ACÚSTICO

CONSTRUÇÃO DO ESTALEIRO DO PORTO DE RECREIO DE OLHÃO

REQUERENTE: VERBOS DO CAIS, S.A.

LOCAL: Zona nascente do Porto de Pesca de Olhão,
Freguesia de Olhão
Concelho de Olhão

Olhão, 28 de Março de 2021

ÍNDICE

I. OBJETIVO	3
II. CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO	3
III. CONCEITOS E MÉTODOS DE CÁLCULO	4
III.1 - TRANSMISSÃO DE SONS AÉREOS ENTRE LOCAIS	4
III.1.1 - INDICADORES DE REDUÇÃO SONORA	6
III.1.2 - INDICADORES DE ISOLAMENTO SONORO	6
III.1.3 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTO SONORO A SONS AÉREOS ENTRE LOCAIS	6
III.1.4 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS EM DIVISÓRIAS HETEROGÊNEAS	
7	
III.2 - TRANSMISSÃO DE SONS AÉREOS DO EXTERIOR PARA O INTERIOR	7
III.2.1 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTO SONORO DAS FACHADAS	7
III.3 - TRANSMISSÃO DE SONS DE PERCUSSÃO	9
III.3.1 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTOS A SONS DE PERCUSSÃO	11
III.4 - DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE REDUÇÃO SONORA	12
III.4.1 - REDUÇÃO SONORA DE PAREDES OU LAJES MACIÇAS DE BETÃO	12
III.4.2 - REDUÇÃO SONORA DE ENVIDRAÇADOS	12
III.4.2.1 - ÍNDICES DE REDUÇÃO SONORA DE ENVIDRAÇADOS	12
III.4.2.2 - CAIXILHARIAS	13
III.4.3 - REDUÇÃO SONORA DE PORTAS	13
III.5 - TEMPO DE REVERBERAÇÃO	13
IV. VERIFICAÇÃO DO REGULAMENTO	15
V. ANEXOS	16

REQUERENTE: Verbos do Cais, S.A.

LOCAL: Zona nascente do Porto de Pesca de Olhão, Freguesia de Olhão e Concelho de Olhão

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA

I. OBJETIVO

O presente estudo refere-se à verificação do regulamento geral sobre o ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro e do regulamento dos requisitos acústicos dos edifícios, definido pelo Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio alterado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008 de 9 de Junho, de um estabelecimento destinado a serviços administrativos e comércio de apoio a edifício industrial, a construir na Zona nascente do Porto de Pesca de Olhão.

O estudo consiste na análise do comportamento das soluções construtivas propostas. Além de verificar os requisitos regulamentares, estas soluções têm como objetivo potenciar o conforto acústico de modo a garantir a saúde e bem-estar dos ocupantes do edifício.

II. CARACTERIZAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DO EDIFÍCIO

O edifício em estudo tem como principal utilização de estaleiro naval, onde também existirá uma zona para serviços administrativos, balneários, zona comercial e receção. Compete ao município estabelecer no plano municipal de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.

Pelo disposto no art.º 3 do decreto-lei n.º 9/2007, as zonas sensíveis são aquelas que estejam “vocacionadas para usos habitacionais, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno”, enquanto as zonas mistas são aquelas “cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos para além das referidas na definição de zonas sensíveis”.

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 de ruído noturno Ln.

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 de ruído noturno Ln.

Os recetores 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.

Para o presente caso em estudo, considera-se que o edifício está implantado em zona sensível,

III. CONCEITOS E MÉTODOS DE CÁLCULO

III.1 - TRANSMISSÃO DE SONS AÉREOS ENTRE LOCAIS

Para caracterizar a transmissão a sons aéreos entre locais, são usualmente utilizados no domínio da acústica de edifícios indicadores.

Os indicadores são representados pelas letras R e D, correspondente à redução sonora e ao isolamento sonoro respetivamente.

O isolamento sonoro caracteriza as condições de isolamento entre locais, por sua vez a redução sonora caracteriza o elemento de separação.

É possível aplicar o conceito de isolamento sonoro entre locais não adjacentes, mas não é possível caracterizar a redução sonora.

A transmissão a sons aéreos entre dois locais resulta da transmissão do som através de diferentes caminhos, como é possível verificar na seguinte figura:

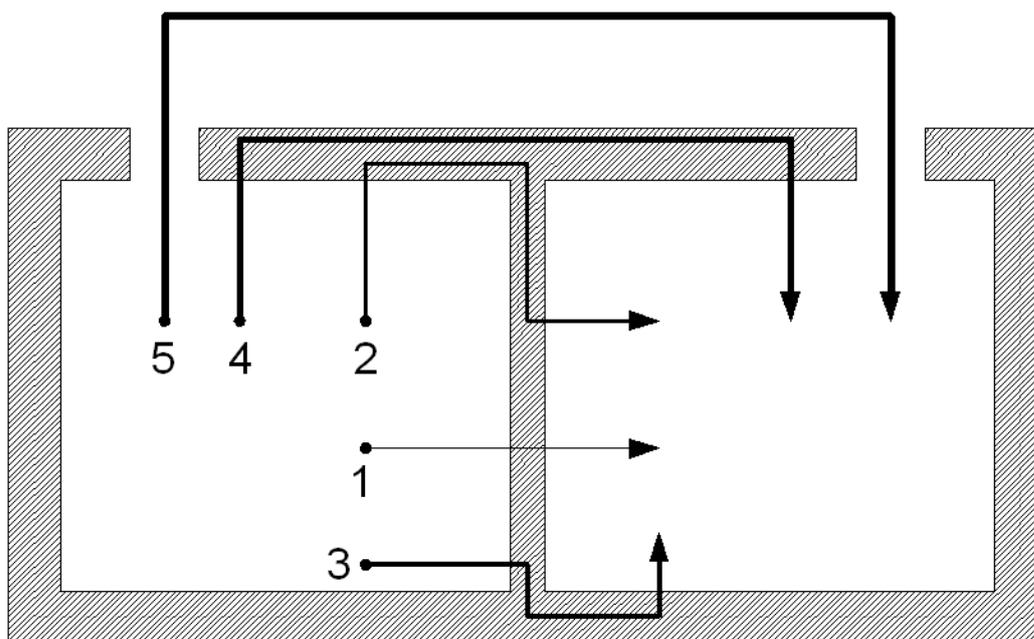


Ilustração 1 – Transmissão Marginal

LEGENDA

- 1 – Transmissão direta pelo elemento principal;
- 2 – Transmissão lateral (elementos laterais, uniões laterais, elemento principal);
- 3 – Transmissão lateral (elementos laterais, uniões laterais, elemento principal);
- 4 – Transmissão lateral (elementos laterais, uniões laterais, elemento principal);
- 5 – Transmissão indireta (passagens de ar, condutas, etc.);

Existem ainda transmissões parasitas, que são propagadas (energia sonora) através de dispositivos de ventilação (caixas de estore, grelhas, etc.).

A caracterização base da redução ou do isolamento sonoro faz-se para bandas estreitas de frequência, em regra, de terço de oitava. A caracterização completa envolve várias bandas, por norma, dezasseis, daí resultando outros tantos valores. De forma a representar por um índice único toda esta gama de valores, existe um procedimento constante na Norma EN ISO 717-1. Esta norma, refere um processo de comparação que consiste em ajustar uma curva de referência à curva de isolamento por bandas de 1/3 de oitava, até que a soma dos desvios desfavoráveis – entendidos como valor de isolamento inferior ao valor de referência – seja a maior possível, mas não superior a 32 dB. No caso de valores de isolamento por terço de oitava, a curva de referência é a seguinte:

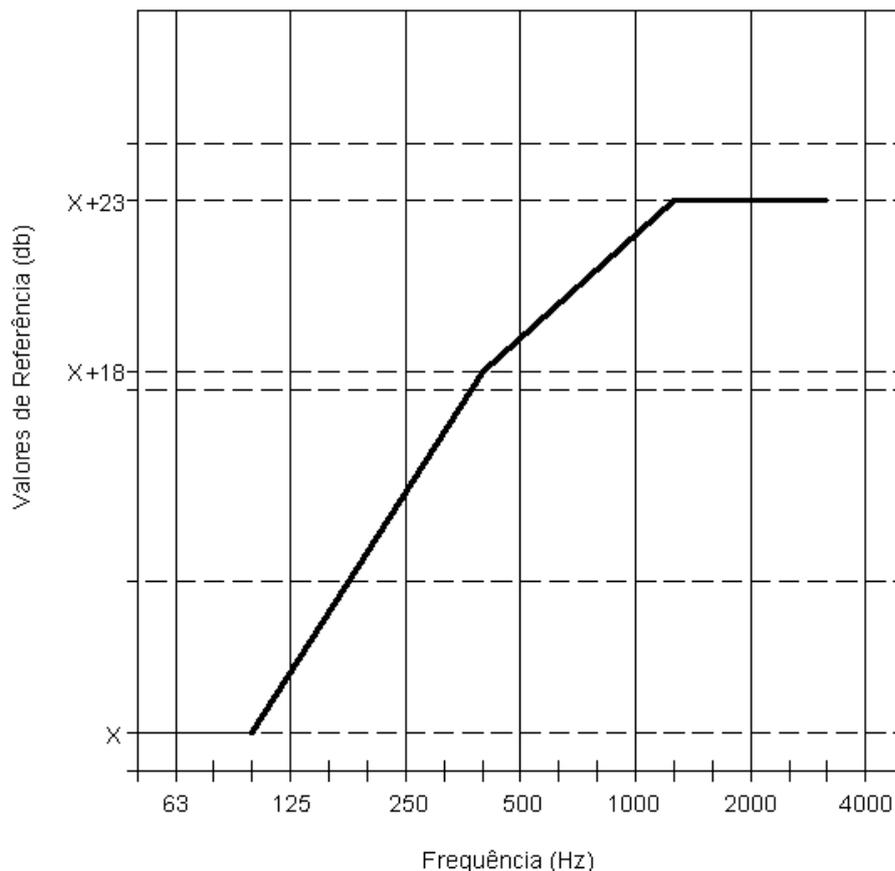


Ilustração 2 – Curva de referência para Isolamentos a Sons Aéreos

Após a consecução deste ajustamento, o índice de isolamento sonoro R_w ou R'_w corresponde ao valor da ordenada da descrição convencional de referência para a frequência de 500 Hz. Note-se que para assinalar no símbolo do índice único que corresponde ao valor ponderado para o conjunto de frequências de interesse, foi acrescentada a letra w , de *weighted*, que significa ponderado em inglês.

A Norma EN ISO 717-1 estabelece, ainda, dois termos de adaptação de espectro, designados por “C” e “Ctr”, igualmente expressos em db, os quais poderão complementar o valor único de isolamento, de forma a adicionar informação sobre a sua performance, quando os espectros sonoros na emissão sejam, respetivamente, “ruído rosa” (é o ruído que melhor traduz o ruído existente no interior dos edifícios de habitação) e “ruído de tráfego”. Assim, por exemplo, a indicação $R_w(C;Ctr) = 41 (0;-5)$ db, possível existente em folhetos comerciais, significa que o índice de redução sonora, R_w , tem o

valor de 41 db, enquanto o mesmo índice de redução sonora, R, expresso em db(A) para ruído rosa ou em db(A) para ruído de tráfego, valerá 41 db(A) ou 36 db(A), respetivamente.

III.1.1 - INDICADORES DE REDUÇÃO SONORA

Estes indicadores referem-se a elementos de construção e traduzem relações entre a potência incidente e a potência transmitida. Estes indicadores são representados por R e R', em que, R representa a redução sonora e R' a redução sonora aparente (correspondente à transmissão total).

III.1.2 - INDICADORES DE ISOLAMENTO SONORO

Os indicadores de isolamento sonoro referem-se à diferença de níveis de pressão sonora entre o local emissor onde se situa a fonte e o local recetor. Normalmente estes indicadores representam-se por D e Dn, isolamento sonoro efetivo e isolamento sonoro normalizado respetivamente.

O índice que resulta da ponderação em frequência dos valores do isolamento Dn, chama-se índice de isolamento sonoro normalizado e representa-se por Dn,w.

III.1.3 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTO SONORO A SONS AÉREOS ENTRE LOCAIS

Relativamente aos métodos de cálculo de isolamento sonoro a sons aéreos entre locais existem o método geral (mais rigoroso) e o método expedito.

Quando se tem como objetivo garantir isolamentos elevados, torna-se claro que o recurso ao método mais rigoroso será imprescindível, pois nestes casos a contribuição da transmissão marginal assume valores bastante relevantes. Este método é bastante mais trabalhoso que o método expedito, pois implica a utilização de um programa de cálculo.

Para isolamentos até cerca de 50 db, admite-se o recurso ao método expedito, o qual é explicado seguidamente:

$$R'w = Rw - TM$$

R'w – Índice de redução sonora aparente

Rw – Índice de redução sonora

TM – Transmissões marginais

$$TM = 5 + (Sr / 10) - N$$

N – É o número de elementos marginais dobrados no local recetor por um complexo de lã mineral (com pelo menos 0,04 m de espessura em todo o elemento) e uma placa de gesso.

Sr – É a área em m² dos elementos radiantes (alvenarias leves e rígidas, ou paredes de alvenaria com massa inferior a 150 kg.m², complexos de dobragem térmica em que o isolante é rígido, entre eles espuma de poliuretano ou poliestireno moldado ou extrudido com espessura inferior a 6cm) no local recetor.

As categorias de contribuição da transmissão marginal são:

Para valores de índice de isolamento a sons aéreos com $R_w < 35 \text{ db}$, a contribuição da transmissão marginal é desprezável, ficando $R_w = R'_w$.

Para valores de índice de isolamento sonoro a sons aéreos que observem a condição em que $35 \text{ db} < R_w < 45 \text{ db}$, recorre-se a uma interpolação linear entre os valores obtidos para $R_w < 35 \text{ db}$ e os valores obtidos para $R_w > 45 \text{ db}$.

Para valores de índice de isolamento sonoro a sons aéreos com $R_w > 45 \text{ db}$, deve-se aplicar a expressão acima referida, para cálculo do valor da transmissão marginal.

Finalmente, o valor do isolamento $D_{n,w}$ é dado pela seguinte expressão:

$$D_{n,w} = R'_w + 10 \times (\log (A_0 / S))$$

S – É a área do elemento,

A_0 – É a área de absorção sonora de referência igual a 10 m^2 .

III.1.4 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS EM DIVISÓRIAS HETEROGÉNEAS

Consideremos dois locais separados por uma divisória constituída por elementos diferentes de área S_i e redução sonora R_i . Se admitirmos que o isolamento sonoro entre os locais resulta apenas do ruído transmitido por essa divisória, podemos aplicar a seguinte expressão:

$$D_{n,w} = -10 \times \log \times \left[\sum (S_i / A) \times 10^{(-R_{wi}/10)} \right]$$

S_i – Redução sonora do elemento i da divisória.

A – Área de absorção sonora de referencia (= 10 m^2).

R_{wi} – Redução sonora do elemento i da divisória.

III.2 - TRANSMISSÃO DE SONS AÉREOS DO EXTERIOR PARA O INTERIOR

Quando o ambiente exterior é ruidoso, torna-se importante o conhecimento do efeito que este produz no interior dos edifícios, o que implica o estudo da transmissão de sons através da sua envolvente, através das fachadas.

As grandezas normalizadas para traduzir as características de isolamento sonoro das fachadas derivam das apresentadas para o isolamento sonoro entre locais, embora apresentando diferenças resultantes das particularidades próprias das condições de exposição ao ruído das fachadas.

III.2.1 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTO SONORO DAS FACHADAS

Para se estimar os indicadores de isolamento sonoro das fachadas, supõe-se que a redução sonora aparente R' , corresponde a condições de incidência difusa do som.

$$R'_w = -10 \cdot \log \left[\sum_{i=1}^n \tau_{e,i} + \sum_{f=1}^m \tau_f \right]$$

$\tau_{e,i}$ - É a relação entre a potência sonora radiada pelo elemento i da fachada (de um total de n elementos) devido à transmissão direta do som que incide no elemento e a potência total que incide na fachada.

τ_f - É a relação entre a potência sonora radiada, devido ao fenómeno da transmissão marginal, pela fachada ou por um elemento marginal e a potência sonora total que incide na fachada.

O método em causa, além de ser aplicável a fachadas, pode ser usado incluindo também coberturas. A transmissão direta, a que se refere $\tau_{e,i}$, processa-se pelas paredes ou coberturas opacas, janelas e outros envidraçados, portas, equipamento de ventilação, etc.

Na caracterização da transmissão direta distinguem-se dois tipos de elementos, os elementos correntes como as paredes opacas, os envidraçados e outros que são caracterizados pela redução sonora e pela área; e os elementos pequenos, tais como aberturas de ventilação, que têm dimensões sem significado no conjunto da fachada, sendo então caracterizados apenas pelo isolamento sonoro normalizado.

A transmissão direta pelos elementos de área S_i e redução sonora R_i é dada por:

$$\tau_{e,i} = \frac{S_i}{S} \cdot 10^{-R_i / 10}$$

S - É a área total da fachada vista do interior do compartimento em relação ao qual se pretende determinar o isolamento sonoro. A área S é igual à soma das áreas dos elementos que constituem a fachada.

A transmissão direta pelos elementos de pequenas dimensões, de isolamento sonoro normalizado $D_{n, e, i}$ é dada por:

$$\tau_{e,i} = \frac{A_0}{S} \cdot 10^{-D_{n, e, i} / 10}$$

$A_0 = 10 \text{ m}^2$ e representa a área de absorção sonora equivalente normalizada usada na determinação $D_{n, e, i}$.

S - É a área total da fachada, tal como foi referida acima.

A transmissão marginal τ_f , geralmente, não tem de ser calculada, podendo ser desprezada no cálculo do isolamento sonoro nas fachadas. Isto acontece porque se forem comparados os valores de isolamento a assegurar por uma parede interior com os de uma fachada, em que estes últimos são significativamente inferiores, admite-se que neste caso a transmissão marginal não tem grande importância.

Finalmente, conhecido $R'w$, usa-se a seguinte expressão para determinar o isolamento sonoro da fachada $D_{2m,n,w}$, que representa a diferença entre o nível da pressão sonora exterior em frente da fachada, à distância de 2 m, e o nível da pressão sonora no compartimento recetor:

$$D_{2m,n,w} = R'w + \frac{\Delta L_{fs}}{10} + 10 \cdot \log \frac{10}{S}$$

ΔL_{fs}

- Representa a variação do isolamento resultante da forma da fachada.

S - É a área total da fachada vista do interior.

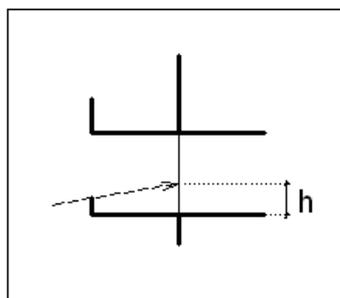
ΔL_{fs} (db)	Fachada Plana	Galeria			Galeria			Galeria			Galeria		
Absorção do Tecto	Não Aplicável	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9
Cota de Incidência do som na fachada ≤ 1.50 m	0	-1	-1	0	-1	-1	0	0	0	1	Não Aplicável		
(1.50 - 2.50) m	0	Não Aplicável			-1	0	2	0	1	3	Não Aplicável		
≥ 2.50 m	0	Não Aplicável			1	1	2	2	2	3	3	4	6

ΔL_{fs} (db)	Varanda			Varanda			Varanda			Terraço					
										Vedação Aberta			Vedação Fechada		
Absorção do Tecto	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9	≤ 0.3	0.6	≥ 0.9
Cota de Incidência do som na fachada ≤ 1.50 m	-1	-1	0	0	0	1	1	1	2	1	1	1	3	3	3
(1.50 - 2.50) m	-1	1	3	0	2	4	1	1	2	3	4	5	5	6	7
≥ 2.50 m	1	2	3	2	3	4	1	1	2	4	4	5	6	6	7

Nota:

As Ondas Sonoras incidem da esquerda para a direita

Ilustração 3 – Valor de ΔL_{fs}



h - Cota de incidencia do som na fachada

III.3 - TRANSMISSÃO DE SONS DE PERCUSSÃO

Os sons de percussão resultam de uma ação de choque exercida diretamente sobre um elemento de compartimentação qualquer, podendo, devido à rigidez das ligações existentes ao longo do edifício, propagar-se com grande facilidade através de toda a malha definidora dos espaços de utilização, estabelecendo campos sonoros, eventualmente intensos, em compartimentos distantes do local de origem da excitação.

Tal como no isolamento a sons a aéreos, a caracterização base do isolamento a sons de percussão faz-se para bandas estreitas de frequência, em regra, de terço de oitava. De forma a representar por um índice único toda esta gama de valores existe um procedimento idêntico ao referido para os sons aéreos, embora apresente uma curva de referência distinta, a qual é apresentada em seguida:

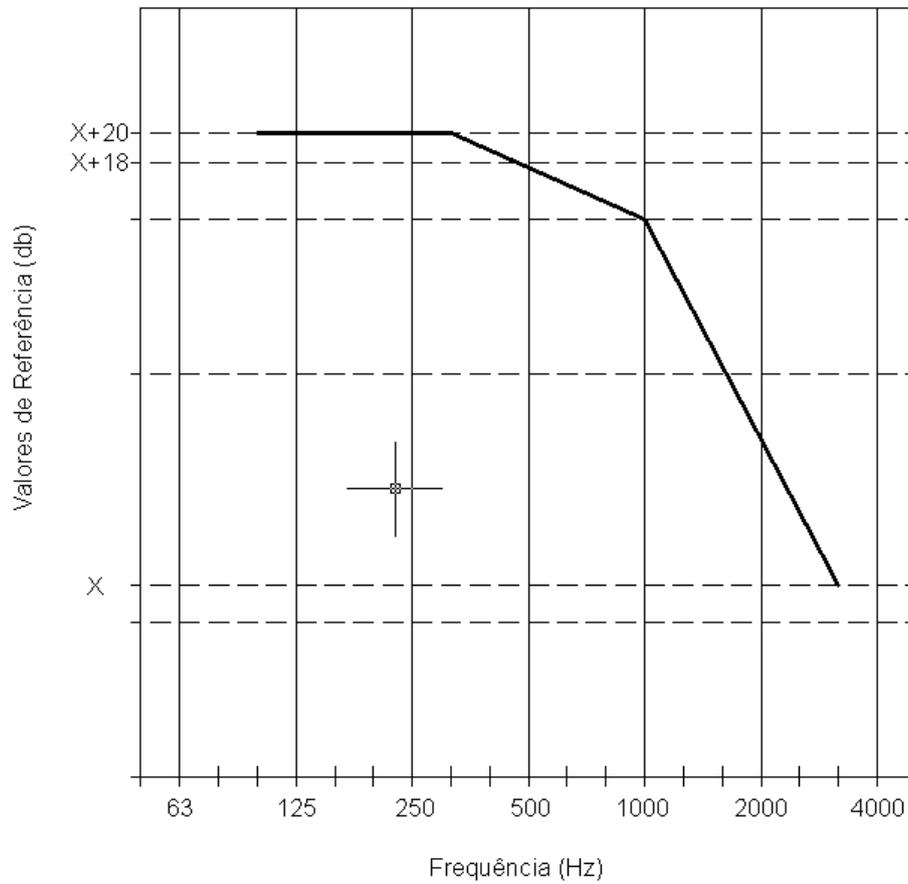


Ilustração 4 – Curva de referência para Isolamentos a Sons de Percussão

O índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L_{nT,w}$, entre locais do edifício, deve satisfazer as condições indicadas no regulamento.

III.3.1 - MÉTODOS DE CÁLCULO DE ISOLAMENTOS A SONS DE PERCUSSÃO

A estimação do nível normalizado de isolamento a sons de percussão, $L'_{n,w}$, entre dois locais contíguos, pode ser efetuada a partir da seguinte fórmula:

$$L'_{n,w} = L_{n,w,eq} - \Delta L_w + K$$

$L_{n,w,eq}$ - É o índice de isolamento a sons de percussão normalizado equivalente do pavimento base.

ΔL_w - É a redução do índice de isolamento a sons de percussão normalizado do pavimento base devido ao pavimento flutuante ou revestimento resiliente complementar.

K - É a correção, dada no Quadro 1 para a transmissão sonora dos ruídos de impacto através dos elementos de construção marginais homogéneos.

Massa do Pavimento de separação (Kg.m-2)	Valor médio da massa dos elementos marginais homogéneos não dobrados com camadas adicionais (Kg.m-2)								
	100	150	200	250	300	350	400	450	500
100	1	0	0	0	0	0	0	0	0
150	1	1	0	0	0	0	0	0	0
200	2	1	1	0	0	0	0	0	0
250	2	1	1	1	0	0	0	0	0
300	3	2	1	1	1	0	0	0	0
350	4	2	2	1	1	1	0	0	0
400	4	2	2	1	1	1	1	0	0
450	4	3	2	2	1	1	1	1	1
500	4	3	2	2	1	1	1	1	1
600	5	4	3	2	2	1	1	1	1
700	5	4	3	3	2	2	1	1	1
800	6	4	4	3	2	2	2	1	1
900	6	5	4	3	3	2	2	2	2

Tabela 1 – Correção K para a Transmissão Marginal (db)

Os valores de ΔL_w e $L_{n,w,eq}$ devem ser quantificados, de preferência, a partir de resultados de ensaios laboratoriais. Caso não seja possível, podem adotar-se os métodos a seguir indicados:

$$L_{n,w,eq} = 164 - 35 \cdot \log m$$

m - é a massa por unidade de área do pavimento em Kg.m-2. A expressão é válida para m entre 100 e 600 Kg.m-2.

O valor de ΔL_w é retirado das características do material usado.

III.4 - DETERMINAÇÃO DOS VALORES DE REDUÇÃO SONORA

Existem materiais, na construção civil, que não são conhecidas as suas reduções sonoras, para tal, torna-se necessário proceder a cálculos que permitam estimar valores que substituam resultados inexistentes da caracterização experimental.

III.4.1 - REDUÇÃO SONORA DE PAREDES OU LAJES MACIÇAS DE BETÃO

O Laboratório Nacional de Engenharia Civil (LNEC) propõe, para a determinação dos índices de redução sonora de Paredes ou Lajes Maciças de Betão, as expressões:

Para $m < 25 \text{ Kg/m}^2$	$R_w = 27 \pm 3 \text{ (db)}$
Para m entre 25 e 800 Kg/m^2	$R_w = 20 \cdot \log m \pm 3 \text{ (db)}$

Para valores de massa elevada, as expressões anteriores têm uma aplicação reduzida e recomenda-se a aplicação das seguintes:

Para m entre 50 e 150 Kg/m^2	$R_w = 17 \cdot \log m + 4 \text{ (db)}$
Para m entre 150 e 670 Kg/m^2	$R_w = 40 \cdot \log m - 46 \text{ (db)}$

Estas expressões têm também aplicação ao nível de paredes de tijolo furado, perfurado ou maciço, bem como em paredes de blocos de betão normal ou de agregados leves furados, perfurados ou maciços. No entanto há que acautelar os resultados para pavimentos aligeirados de vigotas que apresentam valores de R_w , por vezes, bem abaixo dos dados pelas expressões.

III.4.2 - REDUÇÃO SONORA DE ENVIDRAÇADOS

Os vãos envidraçados são constituídos pelos vidros e, em regra, também por uma estrutura de suporte que são os caixilhos. O isolamento conferido por um vão envidraçado depende pois do isolamento acústico conferido pelo vidro e da estrutura de suporte.

III.4.2.1 - ÍNDICES DE REDUÇÃO SONORA DE ENVIDRAÇADOS

O índice de redução sonora R_w de vidros simples é dado pelas seguintes expressões:

$R_w = 11.7 \cdot \log d + 23.1 \text{ (db)}$	Para vidros monolíticos
$R_w = 17.9 \cdot \log d + 19.2 \text{ (db)}$	Para vidros laminados de $d > 4 \text{ mm}$
	d – espessura total dos vidros em mm

O índice de redução sonora R_w de vidros duplos pode ser estimado pela seguinte expressão:

$R_w = 25 \cdot \log d + 14 \cdot \log a - 6 \text{ (db)}$
d – espessura total dos vidros em mm
a – espessura da caixa de ar (espaço entre os vidros)

A expressão é válida apenas para valores de d compreendidos entre 4 e 30 mm e para a entre 10 e 160 mm.

III.4.2.2 - CAIXILHARIAS

Para um determinado caixilho interessa saber qual o tipo de vão envidraçado que melhor se enquadra acusticamente, isto é, poderá não haver necessidade de um vidro acusticamente muito bom quando o caixilho em que se insere for mau.

A característica mais relevante para o isolamento sonoro é a sua estanquidade ao ar. Uma vedação insuficiente pode reduzir o índice R_w em 10 a 20 db. Deste modo, e tendo em conta que as classes de permeabilidade ao ar das caixilharias variam de A1 (mais permeável) a A3 (menos permeável).

III.4.3 - REDUÇÃO SONORA DE PORTAS

A redução sonora das portas depende principalmente da sua massa e estanquidade ao ar. Além disto, são de prever considerações para garantia de um bom isolamento, tais como, uma boa vedação das frinchas, a qual deve abranger os quatro bordos, bem como quando possível, a utilização de maçanetas que incluam o buraco da fechadura para evitar uma transmissão do som não contemplada.

Tal como se referiu para as caixilharias, também para as portas as vedações podem ser simples ou não. Para isolamentos elevados são correntes as vedações duplas.

Uma forma de aumentar o isolamento sem recurso a massas elevadas é a duplicação das portas.

III.5 - TEMPO DE REVERBERAÇÃO

As características de reverberação sonora de um espaço são muito importantes na sua qualidade acústica. O principal indicador dessas características é o tempo de reverberação T (s). Ele traduz o intervalo de tempo que medeia entre o instante em que uma fonte sonora deixa de emitir no recinto e o instante em que o nível de pressão sonora no campo por ela criada se reduz de 60 dB.

O tempo de reverberação depende da frequência e varia com o volume e a área de absorção sonora do recinto, e é calculado mediante a fórmula de Sabine:

$$T=0.161V/A \text{ (s)}$$

em que:

V – volume interior do recinto em m³

A – área de absorção sonora equivalente

A área de absorção sonora equivalente é dada pela seguinte expressão:

$$A = \sum S_i \cdot \alpha_i \text{ (s)}$$

em que:

S_i – áreas das várias superfícies em presença

α_i – coeficientes de absorção sonora (dependentes da frequência)

O tempo de reverberação T corresponde à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000Hz e 2000 Hz.

IV. VERIFICAÇÃO DO REGULAMENTO

O cálculo dos níveis de isolamento sonoro e a verificação dos seus valores com o definido no Decreto – Lei nº96/2008 é apresentado em folhas de cálculo anexas.

Em tudo o omissso, respeitar-se-á o regulamento em vigor.

Faro, 28 de Março de 2021

O Técnico,

O técnico

V. ANEXOS

ANEXO I CÁLCULOS

ÍNDICE

1. ISOLAMENTO SONORO	64
1.1. Representação estatística dos resultados do isolamento sonoro do edifício	18
1.2. Resultados da estimativa do isolamento sonoro	18
1.3. Justificação de resultados do cálculo do isolamento sonoro	19
1.3.1. Isolamento sonoro a sons de percussão entre compartimentos	20
1.3.2. Isolamento sonoro a sons de condução aérea contra ruído do exterior	29
2. ACONDICIONAMENTO ACÚSTICO	34
2.1. Cálculo do tempo de reverberação	35
2.1.1. Resultados obtidos para o tempo de reverberação	35
2.1.2. Cálculo detalhado do tempo de reverberação	35
2.1.3. Tempos de reverberação noutros compartimentos do edifício	39
3. NÍVEL DE AVALIAÇÃO	40
3.1. Cálculo detalhado do nível de avaliação	41

1. ISOLAMENTO SONORO

O presente estudo do isolamento sonoro do edifício é o resultado do cálculo de todas as possíveis combinações de pares de emissores e receptores sonoros presentes no edifício, conforme a regulamentação vigente (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios), obtido com base em métodos de cálculo para a estimativa de isolamento sonoro a sons de condução aérea e de percussão entre compartimentos e isolamento sonoro a sons de condução aérea provenientes do exterior, descritos nas normas NP EN 12354-1,2,3.

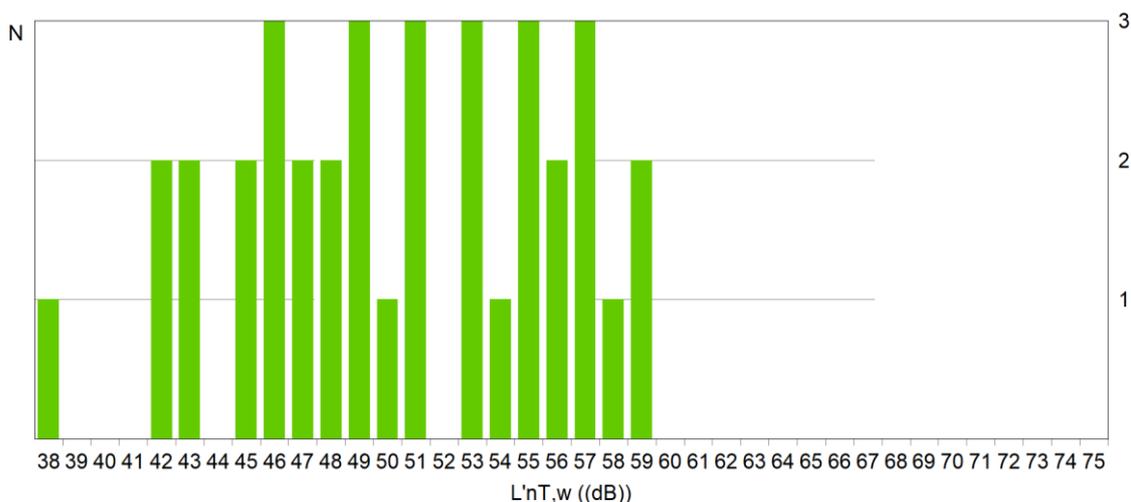
Para os cálculos do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea provenientes do exterior, foi considerado um tipo de ruído dominante de emissão correspondente a um espectro de ruído rosa (termo de adaptação C).

Em todos os cálculos intermédios, assim como nas correcções finais dos índices de isolamento calculados, foi utilizado um tempo de reverberação de referência (T_0) de 0.5 s e uma área de absorção sonora equivalente de referência (A_0) de 10 m².

1.1. Representação estatística dos resultados do isolamento sonoro do edifício

Resumo do isolamento sonoro a sons de percussão

Foram contabilizados 7 compartimentos receptores a sons de percussão no edifício, dando lugar a 36 pares de compartimentos emissor e receptor. O índice de isolamento sonoro médio a sons de percussão nestes compartimentos é de 50.4 dB, com um desvio padronizado de 5.5 dB. Mostra-se seguidamente a distribuição gráfica dos resultados obtidos entre estes pares para o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, padronizado, ($L'_{nT,w}$):



1.2. 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 6 do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, referentes aos índices de isolamento sonoro a sons de condução aérea provenientes do exterior e sons de percussão.

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.

Isolamento sonoro a sons de percussão

Id	Compartimento receptor	Compartimento emissor	$L_{n,w,Dd}$	$L_{n,w,Df}$	$L'_{n,w}$	V	$L'_{nT,w}$ (dB)	
			(dB)	(dB)	(dB)	(m ³)	exigido	estimado
Escritório - Escadas								
1	Sala de Reuniões (Planta 2)	Escada 1	---	63.7	110.9	60	58.2	
Escritório - Abertura de ascensor								
2	Sala de Reuniões (Planta 2)	Cx.Elev	---	58.3	110.9	60	52.8	
Escritório - Escritório								
3	Gabinete 1 (Planta 2)	Gabinete 2	---	57.9	56.5	60	55.3	
Escritório - Refeitório ou recinto público de restauração								
4	Balneário Fem. (Rês-do-chão)	Sala de Convivio	---	51.2	83.1	60	46.9	
Escritório - Hall de entrada								
5	Balneário Masc. (Rês-do-chão)	Receção	---	47.5	83.1	60	43.2	
Escritório - Local comercial vazio								
6	Balneário Masc. (Rês-do-chão)	Loja Nautica	63.0	53.6	63.5	83.1	60	59.2
Escritório - Zona de circulação								
7	Gabinete 3 (Planta 2)	Circulação	---	57.8	84.3	60	53.5	

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

Isolamento sonoro a sons de condução aérea exterior

Id	Compartimento receptor	%	$R_{D,w}$	R'_{w}	S_S	V	$D_{2m,nT,w/A}$ (dB)	
		aberturas	(dB)	(dB)	(m ²)	(m ³)	exigido	estimado
1	Sala de Convivio (Sala de descanso e convívio), Rês-do-chão	50.5	34.9	34.8	18.30	105.2	25	37.5
2	Gabinete 1 (Escritório), Planta 2	25.5	32.9	32.8	18.82	56.5	30	32.6

Notas:

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

% aberturas: Percentagem de aberturas da superfície

$R_{D,w}$: 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: $D_{2m,nT,w} + C = D_{2m,nT,A}$

1.3. Justificação de resultados do cálculo do isolamento sonoro

1.3.1. Isolamento sonoro a sons de percussão entre compartimentos

Apresenta-se seguidamente o cálculo detalhado da estimativa de isolamento sonoro a sons de percussão entre pares de compartimentos emissor - receptor, para os valores mais desfavoráveis apresentados nas tabelas resumo do capítulo anterior, segundo o modelo simplificado para a transmissão estrutural descrito em NP EN 12354-2:2000, utilizando para a previsão do nível de pressão sonora ponderada de sons de percussão, os níveis de pressão sonora dos elementos envolvidos, segundo os procedimentos de ponderação descritos na norma EN ISO 717-2.

Para a adequada correspondência entre a justificação de cálculo e a apresentação de resultados do capítulo anterior, serão numeradas as fichas seguintes conforme a numeração das entradas nas tabelas resumo de resultados.

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

Compartimento receptor:	Sala de Reuniões (Sala de reuniões)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Planta 2, unidade de utilização Adiministrativo	
Compartimento emissor:	Escada 1 (Escadas)	Escadas
Área total do elemento excitado, S_S:		16.1 m ²
Volume do compartimento receptor, V:		110.9 m ³

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 58.2 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 63.7 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	$L_{n,w}$ (dB)	R_w (dB)	Pavimento compartimento emissor	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	Revestimento Compartimento receptor	$\Delta L_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Pavimento entre Pisos K3	440	63.0	40.0		0		0	16.12

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R_w (dB)	Revestimento	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	Ligações
D1	Pavimento entre Pisos K3	440	40.0		0	---	5.2	16.1	
f1	Cobertura S3+teto Falso	19	27.0		---	0			
D2	Pavimento entre Pisos K3	440	40.0		0	---	5.2	16.1	
f2	Parede Interior T1	123	41.1	Reboco	---	0			

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição de Directo a lateral, $L_{n,w,Df}$:

Lateral	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$R_{D,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Df}$
1	63.0	0	40.0	27.0	0	1.0	5.2	16.1	63.6	2.29087e+006
2	63.0	0	40.0	41.1	0	10.5	5.2	16.1	47.0	50118.7
									63.7	2.34099e+006

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

$L'_{n,w}$ (dB)	τ
63.7	2.34099e+006
63.7	2.34099e+006

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

$L'_{n,w}$ (dB)	V (m ³)	A_0 (m ²)	T_0 (s)	$L'_{nT,w}$ (dB)
63.7	110.9	10	0.5	58.2

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

Compartmento receptor:	Sala de Reuniões (Sala de reuniões)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Planta 2, unidade de utilização Adiministrativo	
Compartmento emissor:	Cx.Elev (Abertura de ascensor)	Abertura de ascensor
Área total do elemento excitado, S_S:	6.2 m ²	
Volume do compartimento receptor, V:	110.9 m ³	

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 52.8 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 58.3 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	$L_{n,w}$ (dB)	R_w (dB)	Pavimento compartimento emissor	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	Revestimento Compartimento receptor	$\Delta L_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Pavimento entre Pisos K2	315	63.0	40.0		0		0	3.42

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento	ΔL _{D,w} (dB)	ΔR _{f,w} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	Ligações
D1	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	1.8	3.4	
f1	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		---	0	1.8	3.4	
D2	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	1.8	3.4	
f2	Parede Interior T1	123	41.1	Reboco	---	0	1.8	3.4	

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição de Directo a lateral, L_{n,w,Df}:

Lateral	L _{n,w} (dB)	ΔL _{D,w} (dB)	R _{D,w} (dB)	R _{f,w} (dB)	ΔR _{f,w} (dB)	K _{Df} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	L _{n,w,Df} (dB)	S _i /S _S ·τ _{Df}
1	63.0	0	40.0	40.0	0	2.6	1.8	3.4	57.6	315347
2	63.0	0	40.0	41.1	0	9.7	1.8	3.4	50.0	54801
									58.3	370148

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

L' _{n,w} (dB)	τ
58.3	370148
58.3	370148

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

L' _{n,w} (dB)	V (m ³)	A ₀ (m ²)	T ₀ (s)	L' _{nT,w} (dB)
58.3	110.9	10	0.5	52.8

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

Compartimento receptor:	Gabinete 1 (Escritório)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Planta 2, unidade de utilização Adiministrativo	
Compartimento emissor:	Gabinete 2 (Escritório)	Escritório
Área total do elemento excitado, S_S:		9.2 m ²
Volume do compartimento receptor, V:		56.5 m ³

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 55.3 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



= 57.9 dB

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	L _{n,w} (dB)	R _w (dB)	Pavimento compartimento emissor	ΔL _{D,w} (dB)	Revestimento Compartimento receptor	ΔL _{d,w} (dB)	S _i (m ²)
Pavimento entre Pisos K2	315	63.0	40.0		0		0	11.55

Elementos marginais

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento	ΔL _{D,w} (dB)	ΔR _{f,w} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	Ligações
D1 Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	3.0	11.6	
f1 Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		---	0	3.0	11.6	
D2 Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	3.0	11.6	
f2 Parede Interior T3	96	39.0	Reboco	---	0	3.0	11.6	

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição de Directo a lateral, L_{n,w,Df}:

Lateral	L _{n,w} (dB)	ΔL _{D,w} (dB)	R _{D,w} (dB)	R _{f,w} (dB)	ΔR _{f,w} (dB)	K _{Df} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	L _{n,w,Df} (dB)	S _i /S _{S·τDf}
1	63.0	0	40.0	40.0	0	0.0	3.0	11.6	57.1	645267
2	63.0	0	40.0	39.0	0	7.2	3.0	11.6	50.4	137956
									57.9	783222

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

L _{n,w,Df}	L' _{n,w} (dB)	τ
57.9	783222	
	57.9	783222

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

L' _{n,w} (dB)	V (m ³)	A ₀ (m ²)	T ₀ (s)	L' _{nT,w} (dB)
57.9	56.5	10	0.5	55.3

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

Compartimento receptor:	Balneário Fem. (Vestíbulos)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Adiministrativo	
Compartimento emissor:	Sala de Convívio (Sala de descanso e convívio)	Refeitório ou recinto público de restauração
Área total do elemento excitado, S_s:	12.7 m ²	
Volume do compartimento receptor, V:	83.1 m ³	

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 46.9 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 51.2 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	$L_{n,w}$ (dB)	R_w (dB)	Pavimento compartimento emissor	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	Revestimento Compartimento receptor	$\Delta L_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Pavimento Térreo K1	1198	56.3	61.3		0		0	35.13

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R_w (dB)	Revestimento	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	Ligações
D1	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		0	---	4.2	35.1	
f1	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		---	0	4.2	35.1	
D2	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		0	---	4.2	35.1	
f2	Parede Interior T1	123	41.1	Reboco	---	0	4.2	35.1	

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição de Directo a lateral, $L_{n,w,Df}$:

Lateral	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$R_{D,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	S_i/S_{S^*TDF}
1	56.3	0	61.3	61.3	0	-2.7	4.2	35.1	49.7	257587
2	56.3	0	61.3	41.1	0	11.3	4.2	35.1	45.8	104936
									51.2	362522

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

$$L'_{n,w} = L_{n,w,Df} + \tau$$

$L_{n,w,Df}$	51.2	362522
$L'_{n,w}$	51.2	362522

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

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right)$$

$L'_{n,w}$ (dB)	51.2	V (m ³)	83.1	A_0 (m ²)	10	T_0 (s)	0.5	$L'_{nT,w}$ (dB)	46.9
-----------------	------	-----------------------	------	-------------------------	----	-----------	-----	------------------	------

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

Compartimento receptor:	Balneário Masc. (Vestíbulos)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Adiministrativo	
Compartimento emissor:	Receção (Hall de entrada)	Hall de entrada
Área total do elemento excitado, S_S:		15.0 m ²
Volume do compartimento receptor, V:		83.1 m ³

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 43.2 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 47.5 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	$L_{n,w}$ (dB)	R_w (dB)	Pavimento compartimento emissor	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	Revestimento Compartimento receptor	$\Delta L_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Pavimento Térreo K1	1198	56.3	61.3		0		0	74.68

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R_w (dB)	Revestimento	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	Ligações
D1	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		0	---	5.0	74.7	
f1	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		---	0	5.0	74.7	
D2	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		0	---	5.0	74.7	
f2	Parede Interior T2	273	48.2		---	0	5.0	74.7	

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição de Directo a lateral, $L_{n,w,Df}$:

Lateral	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$R_{D,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	$S_i/S_{S\tau Df}$
1	56.3	0	61.3	61.3	0	-1.0	5.0	74.7	45.6	181077
2	56.3	0	61.3	48.2	0	8.1	5.0	74.7	43.0	99509.4
									47.5	280587

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

$L'_{n,w}$ (dB)	τ
47.5	280587
47.5	280587

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

$L'_{n,w}$ (dB)	V (m ³)	A_0 (m ²)	T_0 (s)	$L'_{nT,w}$ (dB)
47.5	83.1	10	0.5	43.2

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

Compartimento receptor:	Balneário Masc. (Vestíbulos)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização	Adiministrativo
Compartimento emissor:	Loja Nautica (Local comercial vazio)	Local comercial vazio
Área total do elemento excitado, S_s:		27.8 m ²
Volume do compartimento receptor, V:		83.1 m ³

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 59.2 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 63.5 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	$L_{n,w}$ (dB)	R_w (dB)	Pavimento compartimento emissor	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	Revestimento Compartimento receptor	$\Delta L_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Pavimento entre Pisos K2	315	63.0	40.0		0		0	27.75

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento	ΔL _{D,w} (dB)	ΔR _{f,w} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	Ligações
D1	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---			
f1	Parede Interior T2	273	48.2		---	0	5.0	27.8	
D2	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---			
f2	Parede Interior T3	96	39.0	Reboco	---	0	5.0	27.8	
D3	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---			
f3	Parede Interior T1	123	41.1	Reboco	---	0	5.5	27.8	
D4	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---			
f4	Parede Interior T1	123	41.1	Reboco	---	0	5.6	27.8	

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição directa, L_{n,w,Dd}:

Elemento separador	L _{n,w} (dB)	ΔL _{D,w} (dB)	ΔL _{d,w} (dB)	S _S (m ²)	L _{n,w,Dd} (dB)	τ _{Dd}
Pavimento entre Pisos K2	63.0	0	0	27.8	63.0	1.99526e+006
					63.0	1.99526e+006

Contribuição de Directo a lateral, L_{n,w,Df}:

Lateral	L _{n,w} (dB)	ΔL _{D,w} (dB)	R _{D,w} (dB)	R _{f,w} (dB)	ΔR _{f,w} (dB)	K _{Df} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	L _{n,w,Df} (dB)	S _i /S _S ·τ _{Df}
1	63.0	0	40.0	48.2	0	5.7	5.0	27.8	45.8	38018.9
2	63.0	0	40.0	39.0	0	7.2	5.0	27.8	48.9	77624.7
3	63.0	0	40.0	41.1	0	9.7	5.5	27.8	45.7	37153.5
4	63.0	0	40.0	41.1	0	6.7	5.6	27.8	48.8	75857.8
									53.6	228655

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

	L' _{n,w} (dB)	τ
L _{n,w,Dd}	63.0	1.99526e+006
L _{n,w,Df}	53.6	228655
	63.5	2.22392e+006

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

L' _{n,w} (dB)	V (m ³)	A ₀ (m ²)	T ₀ (s)	L' _{nT,w} (dB)
63.5	83.1	10	0.5	59.2

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

Compartimento receptor:	Gabinete 3 (Escritório)	Escritório
Localização do compartimento receptor:	Planta 2, unidade de utilização Adiministrativo	
Compartimento emissor:	Circulação (Zona de circulação)	Zona de circulação
Área total do elemento excitado, S_s:	33.5 m ²	
Volume do compartimento receptor, V:	84.3 m ³	

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 53.5 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 57.8 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	$L_{n,w}$ (dB)	R_w (dB)	Pavimento compartimento emissor	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	Revestimento Compartimento receptor	$\Delta L_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Pavimento entre Pisos K2	315	63.0	40.0		0		0	22.30
Pavimento entre Pisos K2	315	63.0	40.0		0		0	22.30

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R_w (dB)	Revestimento	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	Ligações
D1	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	5.7	22.3	
f1	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		---	0			
D2	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	5.7	22.3	
f2	Parede Interior T5	188	44.9	Reboco	---	0			
D3	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	4.5	22.3	
f3	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		---	0			
D4	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	---	4.5	22.3	
f4	Parede Interior T5	188	44.9	Reboco	---	0			

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

Contribuição de Directo a lateral, $L_{n,w,Df}$:

Lateral	$L_{n,w}$ (dB)	$\Delta L_{D,w}$ (dB)	$R_{D,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{f,w}$ (dB)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	$S_i/S_{S^*}\tau_{Df}$
1	63.0	0	40.0	40.0	0	2.8	5.7	22.3	54.3	179128
2	63.0	0	40.0	44.9	0	6.0	5.7	22.3	48.6	48213
3	63.0	0	40.0	40.0	0	2.8	4.5	22.3	53.2	139048
4	63.0	0	40.0	44.9	0	6.0	4.5	22.3	47.6	38297
									57.8	404686

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

$L'_{n,w}$ (dB)	τ
$L_{n,w,Df}$	57.8 404686
	57.8 404686

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

$L'_{n,w}$ (dB)	V (m ³)	A_0 (m ²)	T_0 (s)	$L'_{nT,w}$ (dB)
57.8	84.3	10	0.5	53.5

1.3.2. Isolamento sonoro a sons de condução aérea contra ruído do exterior

Apresenta-se seguidamente o cálculo detalhado da estimativa de isolamento sonoro a sons de condução aérea provenientes do exterior, para os valores mais desfavoráveis apresentados nas tabelas resumo do capítulo anterior, segundo o modelo simplificado para a transmissão estrutural descrito em NP EN 12354-3:2000, que utiliza para a previsão do índice ponderado de redução sonora aparente global, os índices ponderados dos elementos envolvidos, segundo os procedimentos de ponderação descritos na norma EN ISO 717-1.

Para a adequada correspondência entre a justificação de cálculo e a apresentação de resultados do capítulo anterior, serão numeradas as fichas seguintes conforme a numeração das entradas nas tabelas resumo de resultados.

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

Tipo de compartimento receptor:	Sala de Convívio (Sala de descanso e convívio)
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Adiministrativo
Orientação da fachada:	180.0° (Sul)
Área total em contacto com o exterior, S_s:	18.3 m ²
Percentagem de aberturas da superfície:	50.5 %
Volume do compartimento receptor, V:	105.2 m ³

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S_s} \right) = 37.5 \text{ dB} \geq 25 \text{ dB}$$



= 34.8 dB

Dados de entrada para o cálculo:

Fachada

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R_w (dB)	Revestimento interior	$\Delta R_{d,w}$ (dB)	S_i (m ²)
Parede Exterior C2	336	53.5	Reboco	0	9.06

Aberturas em fachada

Aberturas verticais	R_w (dB)	S_i (m ²)
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6	32.0	9.24

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento	ΔR _w (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	Ligações
F1	Parede Exterior C2	336	53.5		0			
f1	Parede Interior T1	123	41.1	Reboco	0	3.0	18.3	
F2	Parede Exterior C2	336	53.5		0			
f2	Parede Interior T4	504	53.6	Reboco	0	3.0	18.3	
F3	Sem elemento marginal emissor							
f3	Pavimento Térreo K1	1198	61.3		0	6.1	18.3	
F4	Parede Exterior C1	338	50.6		0			
f4	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	6.1	18.3	

Cálculo de isolamento sonoro a sons de condução aérea em fachadas, coberturas e pavimentos em contacto com o ar exterior:

Contribuição directa, R_{Dd,w}:

Elemento separador	R _{D,w} (dB)	ΔR _{Dd,w} (dB)	R _{Dd,w} (dB)	S _s (m ²)	S _i (m ²)	R _{Dd,m,w} (dB)	τ _{Dd}
Parede Exterior C2	53.5	0	53.5	18.3	9.1	56.6	2.21138e-006
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6	32.0		32.0	18.3	9.2	35.0	0.000318591
						34.9	0.000320803

Contribuição de Lateral a lateral, R_{Ff,w}:

Lateral	R _{F,w} (dB)	R _{f,w} (dB)	ΔR _{Ff,w} (dB)	K _{Ff} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	R _{Ff,w} (dB)	S _i /S _s ·τ _{Ff}
1	53.5	41.1	0	6.8	3.0	18.3	62.0	6.30957e-007
2	53.5	53.6	0	5.9	3.0	18.3	67.3	1.86209e-007
4	50.6	40.0	0	5.7	6.1	18.3	55.8	2.63027e-006
							54.6	3.44743e-006

Contribuição de Lateral a directo, R_{Fd,w}:

Lateral	R _{F,w} (dB)	R _{d,w} (dB)	ΔR _{Fd,w} (dB)	K _{Fd} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	R _{Fd,w} (dB)	S _i /S _s ·τ _{Fd}
1	53.5	53.5	0	0.6	3.0	18.3	62.0	6.30957e-007
2	53.5	53.5	0	8.4	3.0	18.3	69.8	1.04713e-007
4	50.6	53.5	0	5.3	6.1	18.3	62.1	6.16595e-007
							58.7	1.35227e-006

Contribuição de Directo a lateral, $R_{Df,w}$:

Lateral	$R_{D,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{Df,w}$ (dB)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Df,w}$ (dB)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Df}$
1	53.5	41.1	0	6.8	3.0	18.3	62.0	6.30957e-007
2	53.5	53.6	0	5.9	3.0	18.3	67.3	1.86209e-007
3	53.5	61.3	0	5.3	6.1	18.3	67.5	1.77828e-007
4	53.5	40.0	0	5.7	6.1	18.3	57.2	1.90546e-006
							55.4	2.90045e-006

Índice global de redução sonora aparente, R'_w :

	R'_w (dB)	τ
$R_{Dd,w}$	34.9	0.000320803
$R_{Ff,w}$	54.6	3.44743e-006
$R_{Fd,w}$	58.7	1.35227e-006
$R_{Df,w}$	55.4	2.90045e-006
	34.8	0.000328503

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

R'_w (dB)	ΔL_{fs} (dB)	V (m ³)	T_0 (s)	S_S (m ²)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
34.8	0	105.2	0.5	18.3	37.5

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

Tipo de compartimento receptor:	Gabinete 1 (Escritório)
Localização do compartimento receptor:	Planta 2, unidade de utilização Adiministrativo
Orientação da fachada:	0.0° (Norte)
Área total em contacto com o exterior, S_S:	18.8 m ²
Percentagem de aberturas da superfície:	25.5 %
Volume do compartimento receptor, V:	56.5 m ³

$$D_{2m,nT,w} = R'_w + \Delta L_{fs} + 10 \log \left(\frac{V}{6T_0 S_S} \right) = 32.6 \text{ dB} \geq 30 \text{ dB}$$



= 32.8 dB

Dados de entrada para o cálculo:

Fachada

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento interior	ΔR _{d,w} (dB)	S _i (m ²)
Parede Exterior C1	338	50.6	Revestimento em Reboco	0	14.02

Aberturas em fachada

Aberturas verticais	R _w (dB)	S _i (m ²)
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6	27.0	4.80

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento	ΔR _w (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	Ligações
F1	Sem elemento marginal emissor							
f1	Parede Interior T2	273	48.2		0	3.1	18.8	
F2	Parede Exterior C1	338	50.6		0	3.1	18.8	
f2	Parede Interior T3	96	39.0	Reboco	0	3.1	18.8	
F3	Parede Exterior C1	338	50.6		0	6.2	18.8	
f3	Pavimento entre Pisos K2	315	40.0		0	6.2	18.8	
F4	Sem elemento marginal emissor							
f4	Cobertura S2	480	53.2		0	6.2	18.8	

Cálculo de isolamento sonoro a sons de condução aérea em fachadas, coberturas e pavimentos em contacto com o ar exterior:

Contribuição directa, R_{Dd,w}:

Elemento separador	R _{D,w} (dB)	ΔR _{Dd,w} (dB)	R _{Dd,w} (dB)	S _s (m ²)	S _i (m ²)	R _{Dd,m,w} (dB)	τ _{Dd}
Parede Exterior C1	50.6	0	50.6	18.8	14.0	51.9	6.48814e-006
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6	27.0		27.0	18.8	4.8	32.9	0.000508914
						32.9	0.000515402

Contribuição de Lateral a lateral, R_{Ff,w}:

Lateral	R _{F,w} (dB)	R _{f,w} (dB)	ΔR _{Ff,w} (dB)	K _{Ff} (dB)	L _f (m)	S _i (m ²)	R _{Ff,w} (dB)	S _i /S _s ·τ _{Ff}
2	50.6	39.0	0	7.4	3.1	18.8	60.1	9.77237e-007
3	50.6	40.0	0	5.7	6.2	18.8	55.9	2.5704e-006
							54.5	3.54763e-006

Contribuição de Lateral a directo, $R_{Fd,w}$:

Lateral	$R_{F,w}$ (dB)	$R_{d,w}$ (dB)	$\Delta R_{Fd,w}$ (dB)	K_{Fd} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Fd,w}$ (dB)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Fd}$
2	50.6	50.6	0	-0.3	3.1	18.8	58.2	1.51356e-006
3	50.6	50.6	0	5.3	6.2	18.8	60.8	8.31764e-007
							56.3	2.34533e-006

Contribuição de Directo a lateral, $R_{Df,w}$:

Lateral	$R_{D,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{Df,w}$ (dB)	K_{Df} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Df,w}$ (dB)	$S_i/S_S \cdot \tau_{Df}$
1	50.6	48.2	0	-1.6	3.1	18.8	55.7	2.69153e-006
2	50.6	39.0	0	7.4	3.1	18.8	60.1	9.77237e-007
3	50.6	40.0	0	5.7	6.2	18.8	55.9	2.5704e-006
4	50.6	53.2	0	-0.7	6.2	18.8	56.1	2.45471e-006
							50.6	8.69388e-006

Índice global de redução sonora aparente, R'_w :

	R'_w (dB)	τ
$R_{Dd,w}$	32.9	0.000515402
$R_{Ff,w}$	54.5	3.54763e-006
$R_{Fd,w}$	56.3	2.34533e-006
$R_{Df,w}$	50.6	8.69388e-006
	32.8	0.000529989

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

R'_w (dB)	ΔL_{fs} (dB)	V (m ³)	T_0 (s)	S_S (m ²)	$D_{2m,nT,w}$ (dB)
32.8	0	56.5	0.5	18.8	32.6

2. ACONDICIONAMENTO ACÚSTICO

2.1. Cálculo do tempo de reverberação

2.1.1. Resultados obtidos para o tempo de reverberação

Os tempos de reverberação dos compartimentos calculados no edifício, obtidos através da equação de Sabine e os índices de avaliação da absorção definidos na norma NP EN ISO 11654, são os seguintes:

Tempo de reverberação

Id	Compartimento	V (m ³)	A (m ²)	T (s)	
				exigido	estimado
1	Sala de Convívio (Sala de descanso e convívio), Rés-do-chão	105.2	24.75	0.71	0.67
2	Sala de Espera (Salas de espera), Rés-do-chão	188.3	44.43	0.86	0.67
3	Sala de Reuniões (Sala de reuniões), Planta 2	110.9	24.91	0.72	0.70
4	Sala de descanso Pessoal (Sala de descanso e convívio), Planta 2	181.1	40.33	0.85	0.71

Notas:

Id: Identificador da ficha de cálculo detalhado de justificação de resultados

V: Volume do compartimento

A: Área de absorção sonora equivalente, segundo fórmula de Sabine

T: Tempo de reverberação resultante

2.1.2. Cálculo detalhado do tempo de reverberação

Mostram-se seguidamente as fichas detalhadas do cálculo do tempo de reverberação para os compartimentos considerados no edifício, limitados pela regulamentação vigente, numeradas conforme a sua apresentação na tabela resumo de resultados.

1 Tempo de reverberação

Tipo de compartimento:	Sala de Convívio (Sala de descanso e convívio)	Rés-do-chão
Superfície do compartimento, S:		35.1 m ²
Volume do compartimento, V:		105.2 m ³

$$T = 0.7 \text{ s} \leq 0.15 \cdot V^{1/3} = 0.7 \text{ s} \quad \checkmark$$

Valores de absorção sonora dos revestimentos

Elemento	Acabamento	Posição	Coeficiente de absorção sonora			Área, S _i (m ²)
			α _{500 Hz,i}	α _{1000 Hz,i}	α _{2000 Hz,i}	
Pavimento Térreo K1	Pavimento térreo	Pavimento	0.02	0.02	0.02	35.13
Pavimento entre Pisos K2	Placa de gesso cartonado	Tecto	0.60	0.60	0.60	34.71
Parede Exterior C2	Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	0.03	0.03	0.04	9.06
Parede Interior T4	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	17.22
Parede Interior T1	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	33.79
Janela	Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		0.18	0.12	0.05	9.24
Porta interior	Porta interior, de madeira 82.50cm (4cm Espe)		0.06	0.08	0.10	1.73
Ar			0.000	0.003	0.011	

Cálculo da área de absorção sonora equivalente e do tempo de reverberação:

Acabamento	Posição	Área de absorção sonora (m ²)		
		A _{500 Hz}	A _{1000 Hz}	A _{2000 Hz}
Pavimento térreo	Pavimento	0.70	0.70	0.70
Placa de gesso cartonado	Tecto	20.83	20.83	20.83
Argamassa e reboco tradicional		0.27	0.27	0.36
Argamassa e reboco tradicional		0.52	0.52	0.69
Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	1.01	1.01	1.35
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		1.66	1.11	0.46
Porta interior, de madeira 82.50cm (4cm Espe)		0.10	0.14	0.17
Ar		0.000	0.316	1.157

Área de absorção sonora (m²): **25.10** **24.89** **25.72**
Tempo de reverberação (s): **0.7** **0.7** **0.7**
Média aritmética: 0.7 s

2 Tempo de reverberação

Tipo de compartimento:	Sala de Espera (Salas de espera)	Rés-do-chão
Superfície do compartimento, S:		62.9 m ²
Volume do compartimento, V:		188.3 m ³

$$T = 0.7 \text{ s} \leq 0.15 \cdot V^{1/3} = 0.9 \text{ s} \quad \checkmark$$

Valores de absorção sonora dos revestimentos

Elemento	Acabamento	Posição	Coeficiente de absorção sonora			Área, S _i (m ²)
			α _{500 Hz,i}	α _{1000 Hz,i}	α _{2000 Hz,i}	
Pavimento Térreo K1	Pavimento térreo	Pavimento	0.02	0.02	0.02	62.89
Pavimento entre Pisos K2	Placa de gesso cartonado	Tecto	0.60	0.60	0.60	61.95
Parede Exterior C2	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	26.08
Parede Interior T2	Bloco de betão normal (400x200x250)		0.01	0.02	0.02	10.39
Parede Interior T1	Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	0.03	0.03	0.04	22.01
Parede Interior T3	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	9.83
Janela	Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		0.18	0.12	0.05	33.39
Ar			0.000	0.003	0.011	

Cálculo da área de absorção sonora equivalente e do tempo de reverberação:

Acabamento	Posição	Área de absorção sonora (m ²)		
		A ₅₀₀ Hz	A ₁₀₀₀ Hz	A ₂₀₀₀ Hz
Pavimento térreo	Pavimento	1.26	1.26	1.26
Placa de gesso cartonado	Tecto	37.17	37.17	37.17
Argamassa e reboco tradicional		0.78	0.78	1.04
Bloco de betão normal (400x200x250)		0.10	0.21	0.21
Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	0.66	0.66	0.88
Argamassa e reboco tradicional		0.29	0.29	0.39
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		6.01	4.01	1.67
Ar		0.000	0.565	2.072

Área de absorção sonora (m²): 46.28 44.95 44.70
Tempo de reverberação (s): 0.7 0.7 0.7
Média aritmética: 0.7 s

3 Tempo de reverberação

Tipo de compartimento:	Sala de Reuniões (Sala de reuniões)	Planta 2
Superfície do compartimento, S:		33.8 m ²
Volume do compartimento, V:		110.9 m ³

$$T = 0.7 \text{ s} \leq 0.15 \cdot V^{1/3} = 0.7 \text{ s} \quad \checkmark$$

Valores de absorção sonora dos revestimentos

Elemento	Acabamento	Posição	Coeficiente de absorção sonora			Área, S _i (m ²)
			α ₅₀₀ Hz,i	α ₁₀₀₀ Hz,i	α ₂₀₀₀ Hz,i	
Pavimento entre Pisos K2	Pavimento Flutuante	Pavimento	0.06	0.05	0.05	33.75
Cobertura S3+teto Falso	Placa de gesso cartonado	Tecto	0.60	0.60	0.60	33.75
Parede Exterior C1	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	11.21
Parede Interior T2	Bloco de betão normal (400x200x250)		0.01	0.02	0.02	13.05
Parede Interior T1	Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	0.03	0.03	0.04	22.29
Parede Interior T5	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	24.64
Janela	Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		0.18	0.12	0.05	3.57
Porta interior	Porta interior, de madeira 82.50cm (4cm Espe)		0.06	0.08	0.10	3.62
Ar			0.000	0.003	0.011	

Cálculo da área de absorção sonora equivalente e do tempo de reverberação:

Acabamento	Posição	Área de absorção sonora (m ²)		
		A _{500 Hz}	A _{1000 Hz}	A _{2000 Hz}
Pavimento Flutuante	Pavimento	2.02	1.69	1.69
Placa de gesso cartonado	Tecto	20.25	20.25	20.25
Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	0.34	0.34	0.45
Bloco de betão normal (400x200x250)		0.13	0.26	0.26
Argamassa e reboco tradicional		0.67	0.67	0.89
Argamassa e reboco tradicional		0.74	0.74	0.99
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		0.64	0.43	0.18
Porta interior, de madeira 82.50cm (4cm Espe)		0.22	0.29	0.36
Ar		0.000	0.333	1.220

Área de absorção sonora (m²): **25.01** **24.99** **26.28**
Tempo de reverberação (s): **0.7** **0.7** **0.7**
Média aritmética: 0.7 s

4 Tempo de reverberação

Tipo de compartimento:	Sala de descanso Pessoal (Sala de descanso e convívio)	Planta 2
Superfície do compartimento, S:		55.1 m ²
Volume do compartimento, V:		181.1 m ³

$$T = 0.7 \text{ s} \leq 0.15 \cdot V^{1/3} = 0.8 \text{ s} \quad \checkmark$$

Valores de absorção sonora dos revestimentos

Elemento	Acabamento	Posição	Coeficiente de absorção sonora			Área, S _i (m ²)
			α _{500 Hz,i}	α _{1000 Hz,i}	α _{2000 Hz,i}	
Pavimento entre Pisos K2	Pavimento Flutuante	Pavimento	0.06	0.05	0.05	55.13
Cobertura S3+teto Falso	Placa de gesso cartonado	Tecto	0.60	0.60	0.60	55.13
Parede Exterior C1	Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	0.03	0.03	0.04	44.83
Parede Interior T5	Argamassa e reboco tradicional		0.03	0.03	0.04	51.45
Janela	Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		0.18	0.12	0.05	8.29
Porta interior	Porta corta-fogo, de aço galvanizado 80cm		0.06	0.08	0.10	1.68
Ar			0.000	0.003	0.011	

Cálculo da área de absorção sonora equivalente e do tempo de reverberação:

Acabamento	Posição	Área de absorção sonora (m ²)		
		A _{500 Hz}	A _{1000 Hz}	A _{2000 Hz}
Pavimento Flutuante	Pavimento	3.31	2.76	2.76
Placa de gesso cartonado	Tecto	33.08	33.08	33.08
Argamassa e reboco tradicional	Elemento vertical	1.35	1.35	1.79
Argamassa e reboco tradicional		1.54	1.54	2.06
Janela de vidro duplo standard, 6/16/6		1.49	1.00	0.41
Porta corta-fogo, de aço galvanizado 80cm		0.10	0.13	0.17
Ar		0.000	0.543	1.992

Área de absorção sonora (m²):	40.87	40.40	42.26
Tempo de reverberação (s):	0.7	0.7	0.7
	Média aritmética: 0.7 s		

2.1.3. Tempos de reverberação noutros compartimentos do edifício

Os tempos de reverberação dos compartimentos calculados no edifício, de maneira meramente informativa, sem restrições impostas pela regulamentação vigente, são os seguintes:

Tempo de reverberação

Id	Compartimento	V (m ³)	A (m ²)	T (s)
1	Área Técnica (Compartimento técnico), Rés-do-chão	24.3	6.15	0.63
2	Área Técnica1 (Compartimento técnico), Rés-do-chão	36.2	8.68	0.66
3	Escadas 2 (Escadas), Rés-do-chão	109.6	13.81	1.24
4	Escadas 3 (Escadas), Rés-do-chão	51.4	2.69	2.88
5	Circulação (Zona de circulação), Rés-do-chão	55.3	14.30	0.61
6	Balneário Masc. (Vestíbulos), Rés-do-chão	83.1	19.14	0.68
7	Balneário Fem. (Vestíbulos), Rés-do-chão	83.1	19.14	0.68
8	Receção (Hall de entrada), Rés-do-chão	228.6	43.71	0.82
9	Carpintaria (Compartimento técnico), Rés-do-chão	1170.3	15.05	10.10
10	Loja Náutica (Local comercial vazio), Planta 1	737.5	152.12	0.76
11	Escada 2 (Escadas), Planta 1	57.6	3.10	2.81
12	Escada 3 (Escadas), Planta 1	45.2	11.79	0.61
13	Gabinete 1 (Escritório), Planta 2	56.5	4.22	2.04
14	Gabinete 2 (Escritório), Planta 2	35.3	2.93	1.87
15	Gabinete 3 (Escritório), Planta 2	84.3	18.81	0.71
16	Escada 2 (Escadas), Planta 2	71.1	4.46	2.45
17	Escada 1 (Escadas), Planta 2	76.5	4.79	2.45
18	Circulação (Zona de circulação), Planta 2	73.3	18.12	0.64
19	Escada 1 (Escadas), Acesso à Cobertura	34.8	2.67	2.01

Notas:

Id: Identificador da ficha de cálculo detalhado de justificação de resultados

V: Volume do compartimento

A: Área de absorção sonora equivalente, segundo fórmula de Sabine

T: Tempo de reverberação resultante

3. NÍVEL DE AVALIAÇÃO

Conforme a alínea d) do Artigo 6.º da regulamentação vigente (Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios), será limitado, nos locais do edifício onde se exerçam actividades que requeiram concentração e sossego, o nível de avaliação do ruído gerado pelo equipamento do edifício, estabelecendo distintas limitações para equipamentos em funcionamento contínuo e intermitente.

3.1. Cálculo detalhado do nível de avaliação

Mostram-se seguidamente as fichas detalhadas do cálculo do nível de avaliação padronizado para os compartimentos considerados sensíveis ao ruído gerado pelo equipamento do edifício, segundo a regulamentação vigente.

1 Nível de avaliação padronizado, $L_{Ar,nT}$

Tipo de compartimento:	Sala de Convívio (Sala de descanso e convívio)	Refeitório ou recinto público de restauração
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Administrativo	
Volume do compartimento, V:	105.2 m ³	

Cálculo do nível de avaliação sonora para cada equipamento

Compartimento emissor	Referência	Funcionamento	L_w (dB(A))	$K1$ (dB(A))	D	r (m)	S_i (m ²)	α_m	R (m ²)	$D_{nT,A}$ (dB)	L_{Ar} (dB(A))	$L_{Ar,nT}$ (dB(A))	exigido	estimado
Carpintaria	A1	Contínuo	110	0	1	0.8	1222.83	0.54	1439.34	51.0	51.4	---	50.0	

Notas:

- L_w : Nível de potência sonora do equipamento, dB(A).
- $K1$: Correção tonal, dB(A).
- D : Factor de direccionalidade.
- r : Raio da maior esfera que pode ser inscrita no compartimento emissor, m.
- S_i : Superfície total da envolvente do compartimento emissor, m².
- α_m : Coeficiente de absorção sonora médio do compartimento emissor.
- R : Componente do campo reverberante, m².
- $D_{nT,A}$: Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, dB(A).
- L_{Ar} : Nível de avaliação sonora, dB(A).
- $L_{Ar,nT}$: Nível de avaliação sonora padronizado, dB(A).

Nível de avaliação global padronizado segundo o tipo de funcionamento

Funcionamento	Referência	$L_{Ar,nT,i}$ (dB(A))	$L_{Ar,nT[global]}$ (dB(A))	exigido	estimado
Contínuo	A1	50.0	---	---	50.0

2 Nível de avaliação padronizado, $L_{Ar,nT}$

Tipo de compartimento:	Escadas 2 (Escadas)	Escadas
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Adiministrativo	
Volume do compartimento, V:		109.6 m ³

Cálculo do nível de avaliação sonora para cada equipamento

Compartimento emissor	Referência	Funcionamento	L_w (dB(A))	$K1$ (dB(A))	D	r (m)	S_i (m ²)	α_m	R (m ²)	$D_{nT,A}$ (dB)	L_{Ar} (dB(A))	$L_{Ar,nT}$ (dB(A))	exigido	estimado
Carpintaria	A1	Contínuo	110	0	1	0.8	1222.83	0.54	1439.34	53.8	51.4	---		47.3

Notas:

L_w : Nível de potência sonora do equipamento, dB(A).

$K1$: Correção tonal, dB(A).

D : Factor de direccionalidade.

r : Raio da maior esfera que pode ser inscrita no compartimento emissor, m.

S_i : Superfície total da envolvente do compartimento emissor, m².

α_m : Coeficiente de absorção sonora médio do compartimento emissor.

R : Componente do campo reverberante, m².

$D_{nT,A}$: Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, dB(A).

L_{Ar} : Nível de avaliação sonora, dB(A).

$L_{Ar,nT}$: Nível de avaliação sonora padronizado, dB(A).

Nível de avaliação global padronizado segundo o tipo de funcionamento

Funcionamento	Referência	$L_{Ar,nT,i}$ (dB(A))	$L_{Ar,nT[global]}$ (dB(A))	exigido	estimado
Contínuo	A1	47.3	---		47.3

3 Nível de avaliação padronizado, $L_{Ar,nT}$

Tipo de compartimento:	Circulação (Zona de circulação)	Zona de circulação
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Adiministrativo	
Volume do compartimento, V:		55.3 m ³

Cálculo do nível de avaliação sonora para cada equipamento

Compartimento emissor	Referência	Funcionamento	L_w (dB(A))	$K1$ (dB(A))	D	r (m)	S_i (m ²)	α_m	R (m ²)	$D_{nT,A}$ (dB)	L_{Ar} (dB(A))	$L_{Ar,nT}$ (dB(A))	exigido	estimado
Carpintaria	A1	Contínuo	110	0	1	0.8	1222.83	0.54	1439.34	31.5	70.6	---		69.6

Notas:

L_w : Nível de potência sonora do equipamento, dB(A).

$K1$: Correção tonal, dB(A).

D : Factor de direccionalidade.

r : Raio da maior esfera que pode ser inscrita no compartimento emissor, m.

S_i : Superfície total da envolvente do compartimento emissor, m².

α_m : Coeficiente de absorção sonora médio do compartimento emissor.

R : Componente do campo reverberante, m².

$D_{nT,A}$: Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, dB(A).

L_{Ar} : Nível de avaliação sonora, dB(A).

$L_{Ar,nT}$: Nível de avaliação sonora padronizado, dB(A).

Nível de avaliação global padronizado segundo o tipo de funcionamento

Funcionamento	Referência	$L_{Ar,nT}$ (dB(A))		
		$L_{Ar,nT,i}$ (dB(A))	$L_{Ar,nT[global]}$ exigido	estimado
Contínuo	A1	69.6	---	69.6

4 Nível de avaliação padronizado, $L_{Ar,nT}$

Tipo de compartimento:	Carpintaria (Compartimento técnico)	Compartimento técnico
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização	Adiministrativo
Volume do compartimento, V:		1170.3 m ³

Cálculo do nível de avaliação sonora para cada equipamento

Compartimento emissor	Referência	Funcionamento	L_w (dB(A))	$K1$ (dB(A))	D (m)	r (m)	S_i (m ²)	α_m	R (m ²)	$D_{nT,A}$ (dB)	L_{Ar} (dB(A))	$L_{Ar,nT}$ (dB(A))	
												exigido	estimado
Carpintaria*	A1	Contínuo	110	0	1	0.8	1222.83	0.54	1439.34	---	101.0	---	103.5

Notas:

L_w : Nível de potência sonora do equipamento, dB(A).

$K1$: Correção tonal, dB(A).

D : Factor de direccionalidade.

r : Raio da maior esfera que pode ser inscrita no compartimento emissor, m.

S_i : Superfície total da envolvente do compartimento emissor, m².

α_m : Coeficiente de absorção sonora médio do compartimento emissor.

R : Componente do campo reverberante, m².

$D_{nT,A}$: Índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, dB(A).

L_{Ar} : Nível de avaliação sonora, dB(A).

$L_{Ar,nT}$: Nível de avaliação sonora padronizado, dB(A).

* Equipamento situado no compartimento receptor

Nível de avaliação global padronizado segundo o tipo de funcionamento

Funcionamento	Referência	$L_{Ar,nT}$ (dB(A))		
		$L_{Ar,nT,i}$ (dB(A))	$L_{Ar,nT[global]}$ exigido	estimado
Contínuo	A1	103.5	---	103.5

ANEXO II

DESCRIÇÃO DE MATERIAIS

ÍNDICE

1. SISTEMA ENVOLVENTE	64
1.1. Pavimentos em contacto com o terreno	18
1.1.1. Lajes térreas	46
1.2. Fachadas	18
1.2.1. Parte opaca das fachadas	46
1.2.2. Aberturas em fachada	47
1.3. Coberturas	19
1.3.1. Parte maciça das coberturas planas	20
2. SISTEMA DE COMPARTIMENTAÇÃO	34
2.1. Compartimentação interior vertical	35
2.1.1. Parte opaca da compartimentação interior vertical	35
2.1.2. Aberturas verticais interiores	35
2.2. Compartimentação interior horizontal	61
3. MATERIAIS	40

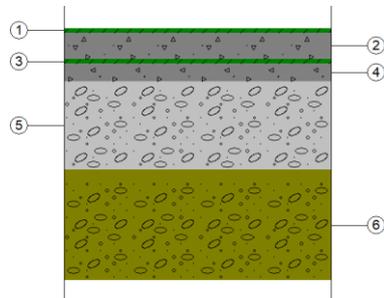
1. SISTEMA ENVOLVENTE

1.1. Pavimentos em contacto com o terreno

1.1.1. Lajes térreas

Pavimento Térreo K1

Superfície total 654.33 m²



Listagem de camadas:

1 - Cerâmica vidrada/grés cerâmico	1 cm
2 - Betão celular autoclavado	6 cm
3 - Manta Acústica Impactodan	1 cm
4 - Betão de inertes de poliestireno expandido	4 cm
5 - Betão armado	20 cm
6 - Granito	25 cm
Espessura total:	57 cm

Comportamento térmico

$U_{\text{arrefecimento}}: 0.39 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

(Para uma laje com comprimento característico $B' = 13.2 \text{ m}$)

Pormenor de cálculo ($U_{\text{arrefecimento}}$)

Superfície da laje, A: 698.25 m²

Perímetro da laje, P: 106.10 m

Resistência térmica da laje, Rf: 0.75 m²°C/W

Sem isolamento perimetral

Tipo de terreno: Areia semi-densa

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 1254.27 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 1198.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 61.3(-1; -7) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, L_n : 56.3 dB

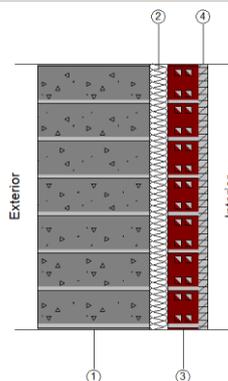
Calculado segundo o método simplificado da EN 12354

1.2. Fachadas

1.2.1. Parte opaca das fachadas

Parede Exterior C2

Superfície total 301.32 m²



Listagem de camadas:

1 - Bloco de betão normal (400x200x250)	25 cm
2 - Poliestireno expandido (EPS)	4 cm
3 - Tijolo cerâmico furado (7 cm)	7 cm
4 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
Espessura total:	38 cm

Comportamento térmico

$U: 0.60 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 376.85 kg/m²

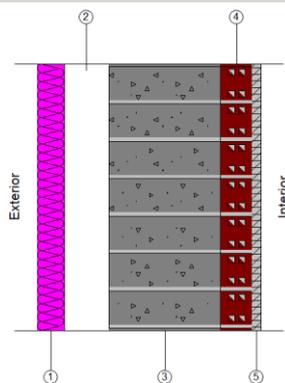
Massa superficial do elemento base: 336.29 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 53.5(-1; -7) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Parede Exterior C1

Superfície total 276.50 m²



Listagem de camadas:

1 - Espuma rígida de poliuretano em painéis sanduíche (PUR)	6 cm
2 - Caixa de ar fracamente ventilada	10 cm
3 - Bloco de betão normal (400x200x250)	25 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (7 cm)	7 cm
5 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
Espessura total:	50 cm

Comportamento térmico

U: 0.40 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 378.39 kg/m²

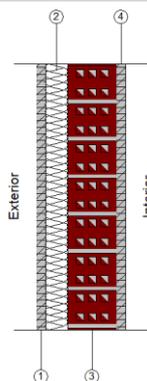
Massa superficial do elemento base: 338.39 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 50.6(-1; -7) dB

Calculado segundo a lei experimental da massa e frequência

Parede Exterior C3

Superfície total 35.84 m²



Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
2 - Poliestireno expandido (EPS)	5 cm
3 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
4 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
Espessura total:	20 cm

Comportamento térmico

U: 0.60 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 177.01 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 136.31 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 42.0(-1; -3) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

1.2.2. Aberturas em fachada

Porta corta-fogo, de aço galvanizado 90cm

Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 30-C5, de uma folha, modelo Turia "ANDREU", 900x2100 mm de vão e altura de passagem, acabamento galvanizado com tratamento anti-manchas.

Dimensões	Largura x Altura: 90 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 3.85 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

Porta corta-fogo, de aço galvanizado 80cm

Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 30-C5, de uma folha, modelo Turia "ANDREU", 800x2100 mm de vão e altura de passagem, acabamento galvanizado com tratamento anti-manchas.

Dimensões	Largura x Altura: 80 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 3.85 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}} = 0.06$; $\alpha_{1000\text{Hz}} = 0.08$; $\alpha_{2000\text{Hz}} = 0.10$	

Vão 06 (4.40x2.10) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C) Factor solar, g: 0.75 Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C) Tipo de abertura: Fixa Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4 Absortividade, α_S : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 440 x 210 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	2.96	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.67	
	F_H	0.67	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	32 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 01 (1.00x0.50) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: Oscilo-batente
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 100 x 50 cm (largura x altura)			nº uds: 4
Transmissão térmica	U_w	3.70	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.45	
	F_H	0.30	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-2;-4)	dB

Dimensões: 100 x 50 cm (largura x altura)			nº uds: 7
Transmissão térmica	U_w	3.70	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.45	
	F_H	0.27	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 05 (1.00x2.10) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: De abrir
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 100 x 210 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	3.22	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.59	
	F_H	0.51	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 02 (4.55x2.10) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: De abrir
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 450 x 210 cm (largura x altura)	nº uds: 1		
Transmissão térmica	U_w	2.96	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.67	
	F_H	0.67	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	32 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 03 (6.55x2.10) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: Fixa
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 655 x 210 cm (largura x altura)	nº uds: 1		
Transmissão térmica	U_w	2.93	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.68	
	F_H	0.68	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	32 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 04 (3.25x2.10) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: Fixa
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: **325 x 210 cm** (largura x altura) nº uds: **1**

Transmissão térmica	U_w	2.99	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.66	
	F_H	0.60	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	32 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 07 (4.50x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: De correr
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: **450 x 120 cm** (largura x altura) nº uds: **1**

Transmissão térmica	U_w	3.08	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.63	
	F_H	0.35	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	27 (-2;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 08 (6.55x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6

CAIXILHARIA:

450

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: De correr
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_S : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 655 x 120 cm (largura x altura)	nº uds: 1		
Transmissão térmica	U_w	3.06	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.64	
	F_H	0.64	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	26 (-2;-2)	dB

Notas:

*U_w: Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))**F: Factor solar da abertura**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)***Vão 09 (4.25x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6**

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: De correr
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_S : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 425 x 120 cm (largura x altura)	nº uds: 1		
Transmissão térmica	U_w	3.09	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.63	
	F_H	0.45	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	27 (-2;-2)	dB

Notas:

*U_w: Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))**F: Factor solar da abertura**F_H: Factor solar modificado**R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)*

Vão 11 (4.40x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m²·°C)
Factor solar, g: 0.75

Características da caixilharia Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 35 (-2;-5) dB
Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
Tipo de abertura: De correr
Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 440 x 120 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	3.09	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.63	
	F_H	0.45	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	27 (-2;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 10 (1.00x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m²·°C)
Factor solar, g: 0.75

Características da caixilharia Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 35 (-2;-5) dB
Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
Tipo de abertura: De correr
Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 100 x 120 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	3.34	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.56	
	F_H	0.34	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	29 (-2;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 13 (4.00x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6**VIDRO:**

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro
 Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m²·°C)
 Factor solar, g: 0.75
 Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 35 (-2;-5) dB

Características da caixilharia
 Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
 Tipo de abertura: De correr
 Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
 Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 400 x 120 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	3.09	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.63	
	F_H	0.45	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	27 (-2;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 12 (1.00x1.20) - Vidro duplo standard, 6/16/6**VIDRO:**

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro
 Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m²·°C)
 Factor solar, g: 0.75
 Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 35 (-2;-5) dB

Características da caixilharia
 Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
 Tipo de abertura: Oscilo-batente
 Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
 Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 100 x 120 cm (largura x altura)			nº uds: 1
Transmissão térmica	U_w	3.34	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.56	
	F_H	0.34	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 14 (3.40x1.05) - Vidro duplo standard, 6/16/6**VIDRO:**

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: De correr
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 340 x 105 cm (largura x altura)	nº uds: 1		
Transmissão térmica	U_w	3.15	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.61	
	F_H	0.34	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	28 (-2;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 17 (1.15x1.05) - Vidro duplo standard, 6/16/6**VIDRO:**

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro	Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m ² ·°C)
	Factor solar, g: 0.75
	Isolamento sonoro, R_w (C;C _{tr}): 35 (-2;-5) dB
Características da caixilharia	Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m ² ·°C)
	Tipo de abertura: Oscilo-batente
	Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
	Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 115 x 105 cm (largura x altura)	nº uds: 6		
Transmissão térmica	U_w	3.33	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.56	
	F_H	0.34	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 15 (1.20x1.05) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m²·°C)
Factor solar, g: 0.75

Características da caixilharia Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 35 (-2;-5) dB
Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
Tipo de abertura: Oscilo-batente
Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 120 x 105 cm (largura x altura)	nº uds: 1		
Transmissão térmica	U_w	3.32	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.56	
	F_H	0.22	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	35 (-2;-4)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

Vão 16 (2.20x1.05) - Vidro duplo standard, 6/16/6

VIDRO:

Vidro duplo standard, 6/16/6, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 6 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 16 mm, e vidro interior Float incolor de 6 mm de espessura; 28 mm de espessura total.

Características do vidro Transmitância térmica, U_g : 2.70 W/(m²·°C)
Factor solar, g: 0.75
Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 35 (-2;-5) dB

Características da caixilharia Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
Tipo de abertura: De correr
Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Classe 4
Absortividade, α_s : 0.4 (cor clara)

Dimensões: 220 x 105 cm (largura x altura)	nº uds: 2		
Transmissão térmica	U_w	3.20	W/(m ² ·°C)
Características energéticas e luminosas	F	0.60	
	F_H	0.30	
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	29 (-2;-2)	dB

Notas:

U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

F: Factor solar da abertura

F_H : Factor solar modificado

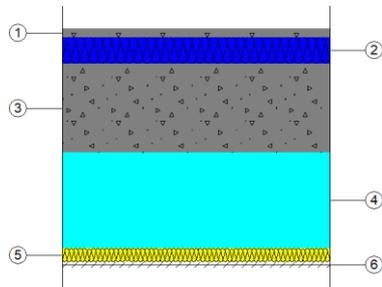
R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

1.3. Coberturas

1.3.1. Parte maciça das coberturas planas

Cobertura S2

Superfície total 71.24 m²



Listagem de camadas:

1 - Lajetas de betão	2 cm
2 - Poliestireno extrudado (XPS)	6 cm
3 - Betão armado com % armadura < 1 %	20 cm
4 - Caixa de Ar	21.7 cm
5 - Lã de rocha (MW)	3 cm
6 - Placa de gesso cartonado	1.3 cm
Espessura total:	54 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.09 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.09 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 543.17 kg/m²

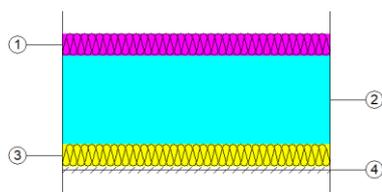
Massa superficial do elemento base: 480.00 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 53.2(-1; -7) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Cobertura S3+teto Falso

Superfície total 229.52 m²



Listagem de camadas:

1 - Espuma rígida de poliuretano em painéis sanduíche (PUR)	5 cm
2 - Ar	20 cm
3 - Lã de rocha (MW)	5 cm
4 - Placa de gesso cartonado	1.5 cm
Espessura total:	31.5 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.09 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.09 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

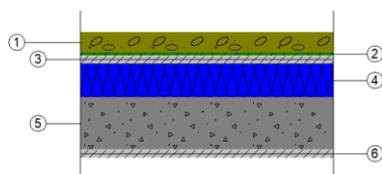
Massa superficial: 19.50 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 27.0(-1; -1) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Cobertura S1

Superfície total 16.20 m²



Listagem de camadas:

1 - Granito	5 cm
2 - Subcamada de feltro	0.5 cm
3 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
4 - Poliestireno extrudado (XPS)	8 cm
5 - Laje Colaborante	12.5 cm
6 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
Espessura total:	30 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.39 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.40 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 501.30 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 327.50 kg/m²

Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 49.8(-1; -7) dB

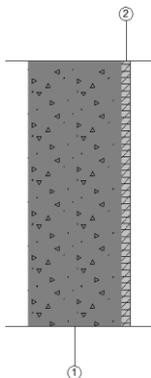
Calculado segundo o método de previsão gráfica

2. SISTEMA DE COMPARTIMENTAÇÃO

2.1. Compartimentação interior vertical

2.1.1. Parte opaca da compartimentação interior vertical

Parede Interior T4 Superfície total 99.32 m²



Listagem de camadas:

1 - Betão armado com % armadura < 1 %	21 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
Espessura total:	23 cm

Comportamento térmico

$U: 2.63 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

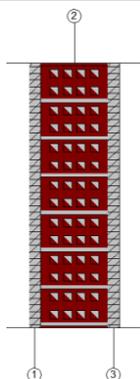
Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 544.00 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 504.00 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 53.6(-1; -7) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Parede Interior T1 Superfície total 324.63 m²



Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional	2.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15 cm
3 - Argamassa e reboco tradicional	2.5 cm
Espessura total:	20 cm

Comportamento térmico

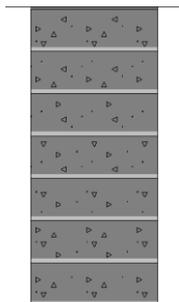
$U: 1.45 \text{ W}/(\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C})$

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 222.51 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 122.51 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 41.1(-1; -3) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Parede Interior T2Superfície total 223.11 m²

Listagem de camadas:

1 - Bloco de betão normal (400x200x250) 25 cm

Espessura total: 25 cm

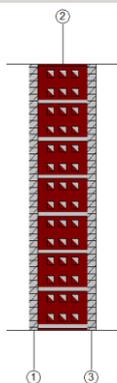
Comportamento térmico

U: 1.69 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 273.00 kg/m²Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 48.2(-1; -6) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Parede Interior T3Superfície total 109.43 m²

Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional 2 cm

2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm) 11 cm

3 - Argamassa e reboco tradicional 2 cm

Espessura total: 15 cm

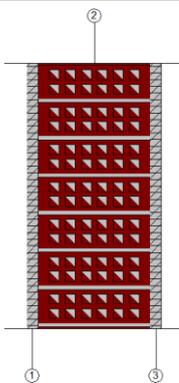
Comportamento térmico

U: 1.78 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 176.31 kg/m²Massa superficial do elemento base: 96.31 kg/m²Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 39.0(-1; -2) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Parede Interior T5Superfície total 154.35 m²

Listagem de camadas:

1 - Argamassa e reboco tradicional 2.5 cm

2 - Tijolo cerâmico furado (25 cm) 25 cm

3 - Argamassa e reboco tradicional 2.5 cm

Espessura total: 30 cm

Comportamento térmico

U: 1.16 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 287.50 kg/m²Massa superficial do elemento base: 187.50 kg/m²Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 44.9(-1; -4) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

2.1.2. Aberturas verticais interiores

Porta interior, de madeira 82.50cm (4cm Espe)

Porta interior de batente, cega, de uma folha de 210x82,5x4 cm, de painel de aglomerado, contraplacado com sapeli; aro de madeira maciça. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador par sobre espelho comprido de latão, cor preto, acabamento brilhante, série básica.

Dimensões	Largura x Altura: 82.5 x 210 cm	nº uds: 10
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 1.90 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}}$ = 0.06; $\alpha_{1000\text{Hz}}$ = 0.08; $\alpha_{2000\text{Hz}}$ = 0.10	

Porta corta-fogo, de aço galvanizado 80cm

Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 30-C5, de uma folha, modelo Turia "ANDREU", 800x2100 mm de vão e altura de passagem, acabamento galvanizado com tratamento anti-manchas.

Dimensões	Largura x Altura: 80 x 210 cm	nº uds: 9
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 3.85 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}}$ = 0.06; $\alpha_{1000\text{Hz}}$ = 0.08; $\alpha_{2000\text{Hz}}$ = 0.10	

Porta corta-fogo, de aço galvanizado 90cm

Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 30-C5, de uma folha, modelo Turia "ANDREU", 900x2100 mm de vão e altura de passagem, acabamento galvanizado com tratamento anti-manchas.

Dimensões	Largura x Altura: 90 x 210 cm	nº uds: 4
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 3.85 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}}$ = 0.06; $\alpha_{1000\text{Hz}}$ = 0.08; $\alpha_{2000\text{Hz}}$ = 0.10	

Porta corta-fogo, de aço galvanizado 2Folhas-2.00m

Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 60-C5, de duas folhas, 2000x2000 mm de vão e altura de passagem, acabamento lacado.

Dimensões	Largura x Altura: 200 x 200 cm	nº uds: 1
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 2.25 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}}$ = 0.06; $\alpha_{1000\text{Hz}}$ = 0.08; $\alpha_{2000\text{Hz}}$ = 0.10	

Porta corta-fogo, de aço galvanizado 2Folhas-1.60m

Porta corta-fogo de aço galvanizado homologada, EI2 30-C5, de duas folhas, 1600x2000 mm de vão e altura de passagem, acabamento lacado.

Dimensões	Largura x Altura: 160 x 200 cm	nº uds: 1
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 2.33 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}}$ = 0.06; $\alpha_{1000\text{Hz}}$ = 0.08; $\alpha_{2000\text{Hz}}$ = 0.10	

Porta interior, de madeira 90cm

Porta interior de batente, cega, de uma folha de 203x82,5x3,5 cm, de painel de aglomerado, contraplacado com sapeli; aro de madeira maciça. Incluindo guarnição do mesmo material e acabamento que a folha, dobradiças, ferragens de pendurar, de fechadura e puxador par sobre espelho comprido de latão, cor preto, acabamento brilhante, série básica.

Dimensões	Largura x Altura: 90 x 210 cm	nº uds: 1
Caracterização térmica	Transmitância térmica, U: 2.03 W/(m ² ·°C) Absortividade, α_S : 0.6 (cor média)	
Caracterização acústica	Absorção, $\alpha_{500\text{Hz}}$ = 0.06; $\alpha_{1000\text{Hz}}$ = 0.08; $\alpha_{2000\text{Hz}}$ = 0.10	

Envidraçado interior - Vidro duplo standard, 4/6/4

VIDRO:

Vidro duplo standard, 4/6/4, conjunto constituído por vidro exterior Float incolor de 4 mm, câmara de ar desidratada com perfil separador de alumínio e dupla vedação perimetral, de 6 mm, e vidro interior Float incolor de 4 mm de espessura; 14 mm de espessura total.

Características do vidro Transmitância térmica, U_g : 3.30 W/(m²·°C)
Isolamento sonoro, R_w (C;C_{tr}): 28 (-1;-3) dB

Características da caixilharia Transmitância térmica, U_f : 4.91 W/(m²·°C)
Tipo de abertura: De abrir
Permeabilidade ao ar da caixilharia (EN 12207): Sem classificar

Dimensões: **610 x 210 cm** (largura x altura) nº uds: **1**

Transmissão térmica	U_w	3.38	W/(m ² ·°C)
Caracterização acústica	R_w (C;C _{tr})	28 (-1;-4)	dB

Notas:

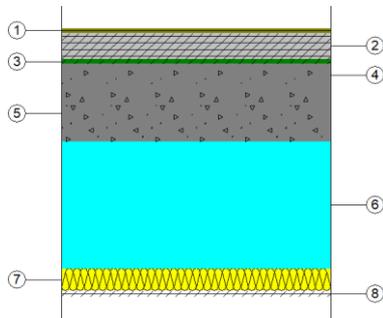
U_w : Coeficiente de transmissão térmica da abertura (W/(m²·°C))

R_w (C;C_{tr}): Valores de isolamento sonoro (dB)

2.2. Compartimentação interior horizontal

Pavimento entre Pisos K2

Superfície total 595.67 m²



Listagem de camadas:

1 - Pavimento Flutuante	1 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	6 cm
3 - Manta Acústica Impactodan	1 cm
4 - Betão celular autoclavado	5 cm
5 - Laje Colaborante	12.5 cm
6 - Ar	28.7 cm
7 - Lã de rocha (MW)	5 cm
8 - Placa de gesso cartonado	1.3 cm
Espessura total:	60.5 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 0.07 W/(m²·°C)

U aquecimento: 0.07 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 460.12 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 315.00 kg/m²

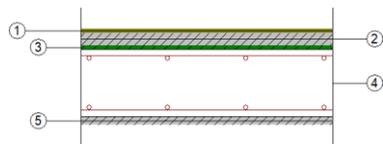
Isolamento sonoro por ensaio, R_w(C; C_{tr}): 40.0(-1; -3) dB

Referência do ensaio: 1

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, por ensaio, L_n: 63.0 dB

Pavimento entre Pisos K3

Superfície total 98.57 m²



Listagem de camadas:

1 - Pavimento Flutuante	1 cm
2 - Argamassa e reboco tradicional	3 cm
3 - Manta acústica Inpactodan	1 cm
4 - Laje maciça 16 cm	16 cm
5 - Argamassa e reboco tradicional	2 cm
Espessura total:	23 cm

Comportamento térmico

U arrefecimento: 2.21 W/(m²·°C)

U aquecimento: 1.69 W/(m²·°C)

Comportamento acústico (RRAE)

Massa superficial: 509.27 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 440.00 kg/m²

Isolamento sonoro por ensaio, R_w(C; C_{tr}): 40.0(-1; -3) dB

Referência do ensaio: 1

Nível global de pressão sonora a sons de percussão normalizado, por ensaio, L_n: 63.0 dB

3. MATERIAIS

Camadas					
Material	e	ρ	λ	RT	Cp
Ar	20	1.23	0.025	8	1000
Ar	28.7	1.23	0.025	11.48	1000
Argamassa e reboco tradicional	2	2000	1.3	0.0154	1000
Argamassa e reboco tradicional	2.5	2000	1.3	0.0192	1000
Argamassa e reboco tradicional	3	2000	1.3	0.0231	1000
Argamassa e reboco tradicional	6	2000	1.3	0.0462	1000
Betão armado	20	2600	2.5	0.08	1000
Betão armado com % armadura < 1 %	20	2400	2	0.1	1000
Betão armado com % armadura < 1 %	21	2400	2	0.105	1000
Betão celular autoclavado	5	550	0.19	0.2632	1000
Betão celular autoclavado	6	550	0.19	0.3158	1000
Betão de inertes de poliestireno expandido	4	700	0.25	0.16	1000
Bloco de betão normal (400x200x250)	25	1092	0.757	0.3303	1000
Caixa de Ar	21.7	1.23	0.025	8.68	1000
Cerâmica vidrada/grés cerâmico	1	2300	1.3	0.0077	1000
Espuma rígida de poliuretano em painéis sanduíche (PUR)	5	35	0.037	1.3514	1000
Espuma rígida de poliuretano em painéis sanduíche (PUR)	6	35	0.037	1.6216	1000
Granito	5	2600	2.8	0.0179	1000
Granito	25	2600	2.8	0.0893	1000
Lã de rocha (MW)	3	50	0.04	0.75	1000
Lã de rocha (MW)	5	50	0.04	1.25	1000
Laje Colaborante	12.5	2300	1.65	0.0758	1000
Laje maciça 16 cm	16	2500	2.5	0.064	1000
Lajetas de betão	2	2300	1.65	0.0121	1000
Manta Acústica Impactodan	1	27	0.1	0.1	1000
Manta acústica Inpactodan	1	27	0.2	0.05	1000
Pavimento Flutuante	1	900	0.1	0.1	1000
Placa de gesso cartonado	1.3	1000	0.25	0.052	1000
Placa de gesso cartonado	1.5	1000	0.25	0.06	1000
Poliestireno expandido (EPS)	4	14	0.042	0.9524	1000
Poliestireno expandido (EPS)	5	14	0.042	1.1905	1000
Poliestireno extrudido (XPS)	6	40	0.037	1.6216	1000
Poliestireno extrudido (XPS)	8	40	0.037	2.1622	1000
Subcamada de feltro	0.5	120	0.05	0.1	1000
Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11	875.5	0.407	0.2703	1000
Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15	816.7	0.385	0.3896	1000
Tijolo cerâmico furado (25 cm)	25	750	0.446	0.5605	1000
Tijolo cerâmico furado (7 cm)	7	904.2	0.368	0.1902	1000

Abreviaturas utilizadas

e	Espessura (cm)	RT	Resistência térmica ($m^2\text{°C}/W$)
ρ	Densidade (kg/m^3)	Cp	Calor específico ($J/(kg\cdot\text{°C})$)
λ	Condutibilidade térmica ($W/(m\cdot\text{°C})$)		

ANEXO III

FICHAS TÉCNICAS DE MATERIAIS

Lã de Rocha: MN 230 – MK 230 – MA 230

Dados Técnicos:

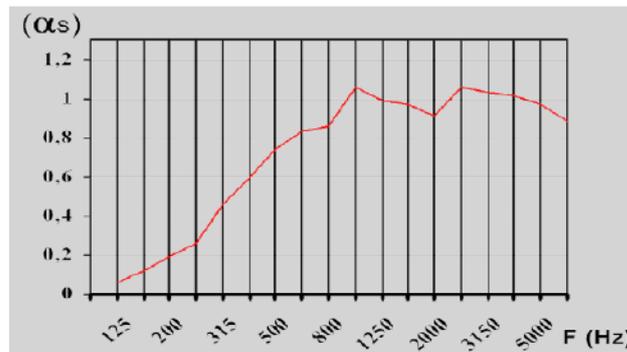
Propriedades							Norma
Espessura	50	60	70	80	100	120	NP EN 822
Comprimento	1000	8000		6000	5000		NP EN 822
Largura	12000						EN 823
Valor declarado de Condutibilidade Térmica: λ_D	0,038 W / mK						EN 12667 e EN 12939
Reação ao fogo	MN 230 e MA 230: Incombustível - Euroclasse A1 MK 230: Indeterminado - Euroclasse F						EN 13501-1 EN 12939
Absorção à Água	$W_s \leq 1,00 \text{ Kg/m}^2$						NP EN 1609
Fator de Difusão ao Vapor de Água	$\mu: 1,3$						BS 2972

Tolerâncias:

Propriedades	
Espessura	Classe T1 de -5% até -5mm a + excesso permitido.
Comprimento	$\pm 2\%$
Largura	$\pm 1,5\%$

Resistência Térmica R_D

Propriedades							Norma
Espessura (mm)	50	60	70	80	100	120	NP EN 822
R (m ² K/W)	1.30	1.55	1.80	2.10	2.60	3.15	EN 12939



Coefficiente de Absorção Acústica: α_s :

Propriedades										
mm	F (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
50	α_s	0.06	0.12	0.19	0.26	0.46	0.60	0.74	0.83	0.88
mm	F (Hz)	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
50	α_s	1.06	0.99	0.97	0.91	1.06	1.03	1.01	0.97	0.88

Área de Absorção equivalente: $\alpha_w: \alpha_w = 0.54(\text{MH})$ Classe D

A Sotecnisol, S.A. reserva-se ao direito de alterar esta ficha técnica sem aviso prévio.

Data de Edição: Março de 2016



SEDE - LISBOA:

Rua do Ferro – Fetais
2601-502 Camarate
Tel.: +351 219 488 400
Fax: +351 219 470 490
Nº Azul: 808 202 363

DELEGAÇÃO PORTO:

Zona Industrial da Maia 1 Sector II
Rua de Amadeu Costa
4475-191 Gemunde
Tel.: +351 229 478 580
Fax: +351 229 489 966

DELEGAÇÃO COIMBRA:

Lugar do Brejo
Estrada da Ponte – Armazém A
3040-575 Antanhol
Tel.: +351 239 445 594
Fax: +351 239 443 356

DELEGAÇÃO ALGARVE:

Zona Industrial de Olhão
Lote 237
8700-281 Olhão
Tel.: +351 289 705 429
Fax: +351 289 707 114

Rockfon® Ekla®

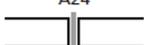
- Ofrece un alto nivel de aislamiento y de absorción, ideal cuando se trata de preservar la confidencialidad
- Superficie lisa y mate con una óptima reflexión de la luz
- Ligera, fácil de instalar y dimensionalmente estable incluso en condiciones de humedad del 100 %

Descripción Del Producto

- Panel de lana de roca
- Cara visible: velo de superficie lisa pintado de blanco
- Cara posterior: contravelo

Áreas de aplicación

- Oficinas
- Educación
- Ocio Y Deporte
- Minoristas – Retail

Canto	Dimensiones (mm)	Peso por m ²	Sistema de instalación recomendado
 A15	600 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T15 A™
	675 x 675 x 20	2,4	Rockfon® System T15 A™
	1200 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T15 A™
 A24	600 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	675 x 675 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	1200 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	1500 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	1800 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
	2100 x 600 x 20	2,4	Rockfon® System T24 A™
 E15	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T15 E™
		2,8	Rockfon® System Ultrafine E™
	675 x 675 x 20	2,8	Rockfon® System Ultrafine E™
		2,8	Rockfon® System T15 E™
	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System Ultrafine E™
 E24	600 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T24 E™
	1200 x 600 x 20	2,8	Rockfon® System T24 E™

Consúltenos para conocer el resto de dimensiones y acabados para cantos disponibles, cantidades mínimas y plazos de entrega.



Prestaciones

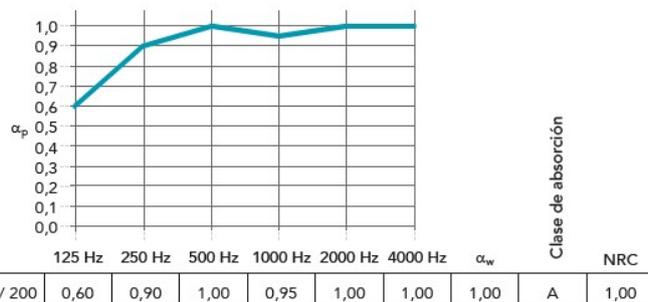


Absorción acústica
 α_w : 1,00 (Clase A)



Aislamiento entre habitaciones
 $D_{n,t,w}$ = 26 dB

$D_{n,t,w}$ con Acoustimass = 40 dB
 Las efectivas propiedades de aislamiento acústico ($D_{n,t,w}$) mencionadas en la ficha técnica se refieren a los paneles con canto en A.
 * Valores obtenidos basándose en un análisis teórico



Esesor (mm) /
Plenum (mm)

Esesor (mm) / Plenum (mm)	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	α_w	Clase de absorción	NRC
20 / 200	0,60	0,90	1,00	0,95	1,00	1,00	1,00	A	1,00



Reacción al fuego
 A1



Resistencia al fuego
 La lana de roca es un material incombustible, cuyo punto de fusión sobrepasa los 1000 °C.



Reflexión de la luz
 86%



Resistencia a la humedad y estabilidad dimensional
 Hasta un 100 % HR.
 No se observan signos visibles de deformación en condiciones de humedad elevada
 C/0N



Mantenimiento
 - Aspirador



Higiene
 La lana de roca no contiene ningún elemento que favorezca el desarrollo de microorganismos.



Medio ambiente
 Reciclable



Clima interior
 Una muestra representativa de los productos Rockfon ha obtenido la etiqueta finlandesa M1 y el label danés sobre la calidad del aire interior para productos con bajo nivel de emisiones



IMPACTODAN 10

IMPACTODAN 10 é uma membrana de espuma de polietileno reticulado de 10 mm de espessura. A estrutura de célula fechada confere ao produto umas propriedades mecânicas e físicas excepcionais.



Utiliza-se para o isolamento acústico de ruídos de impacto em pisos de habitação, conferindo também uma elevada resistência à fadiga e uma instalação fácil e eficaz. O seu uso está devidamente avalizado pelo DIT nº 439 do Instituto de Ciências da Construção 'Eduardo Torroja'.

DADOS TÉCNICOS

DADOS TÉCNICOS	VALOR	UNIDADE	NORMA
Espessura	10	mm	EN 1923
Tolerância de espessura	± 0,3	mm	EN 823
Tolerância comprimento	< 1	%	EN 822
Redução da transmissão do ruído de impacto, ΔL_n (LNEC)	27	dB	EN 140-8 EN 717-2
Nível de transmissão do ruído de impacto $L'_{nT,w}$, in situ	< 58	dB	EN 140-7 EN 717-2
Rigidez dinâmica	< 65	MN/m ³	EN 29052-1
Densidade	25 ± 2	kg/m ³	EN 845
Trabalho de histeresis	> 2.1	Nm	EN 3386-1
Resistencia à compressão de 25%	23 ± 2	kPa	UNE EN ISO 3386-1
Deformação remanente 24 h, 50% comp., 23°C	< 30	%	EN 1856
Resistência à tracção	> 130	kPa	EN 1798
Reacção ao fogo	F	Euroclase	EN 13501-1
Conductividade térmica	0.038	W/mK	EN 12667
Factor de difusão de vapor d'água, μ	> 2000	-	EN 12086
Melhoria de isolamento ao ruído aéreo (aplicação flutuante sob betonilha) (ΔR_w)	8	dB	UNE-EN-ISO 140-16

INFORMAÇÃO AMBIENTAL

Informação Ambiental	Valor Declarado	Unidades	Norma
Conteúdo de matéria-prima reciclada	5	%	-
Contenido reciclado previo al consumidor	100	%	-
Contenido reciclado posterior al consumidor	0	%	-
Lugar de fabricación	Fontanar, Guadalajara (España)	-	-
Compostos orgánicos voláteis (VOCs)	30	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	ISO 16000-6:2006.



Decreto nº 2011-321 de 23 de Março de 2011, o Ministério Ecologia frances, Desenvolvimento Sustentável, Transporte e Habitação

NORMATIVA E CERTIFICAÇÃO

- Documento de Idoneidade Técnica DIT 439 R/10 "Sistema Amortecedor de Ruído de Impacto IMPACTODAN"
As certificações acústicas são consequência dos testes de laboratórios oficiais.

ANEXO IV

PEÇAS DESENHADAS