

**MY
PROJECT**

BY CASA GOMES

PROJECTO DE VERIFICAÇÃO ACÚSTICA

MEMÓRIA DESCRITIVA E JUSTIFICATIVA
LICENCIAMENTO

CONSTRUÇÃO DE HOTEL "ECONATURE 4 ÁGUAS"

TAVIPESCA, LDA
ESTRADA QUATRO ÁGUAS - TAVIRA

C493
OUTUBRO 2023

TERMO DE RESPONSABILIDADE DO AUTOR DO PROJECTO DE VERIFICAÇÃO ACÚSTICA

Sérgio Mendes Rodrigues Gomes, Engenheiro Técnico Civil, com domicílio profissional na Rua Coronel Oliveira Verdades Miranda nº 15, 2330-192 Entroncamento, contribuinte nº 201754614, inscrito na Ordem dos Engenheiros Técnicos (OET) sob o nº 2646 declara, para efeitos do disposto no nº 1 do artigo 10º do Decreto - Lei nº 555/99, de 16 de Dezembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto - Lei nº 136/2014, de 09 de Setembro, com as alterações da Lei nº 79/2017 de 18 de Agosto, que o **Projeto de Verificação Acústica**, de que é autor, relativo à obra de **Construção de Hotel "4 águas"**, localizada na Estrada Quatro Águas, concelho de **Tavira**, cujo licenciamento foi requerido por **Tavipesca Companhia de Conservas A Tavirense, Lda**, sede na Rua Doutor Manuel Trindade n.º1, 3º frente, 8800-471 Tavira, observa as normas legais e regulamentos aplicáveis, designadamente o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE) – Decreto-Lei nº 129/2002, com as alterações do DL nº 96/2008 de 9 de Junho.

Entroncamento, 27 de Outubro de 2023
O Técnico,

Sérgio Mendes Rodrigues Gomes
Cartão do Cidadão nº 11337490
OET nº 2646

ÍNDICE

1.	INTRODUÇÃO	4
2.	LOCALIZAÇÃO	4
3.	DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO EDIFÍCIO	4
4.	LEGISLAÇÃO.....	5
4.1	ISOLAMENTO A SONS AÉREOS DE FACHADA	5
5.	DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ISOLAMENTO SONORO.....	5
6.	DETERMINAÇÃO DAS COMPONENTES TONAIIS	5
7.	MEDIÇÕES IN-SITU.....	5
8.	CONFORMIDADE.....	6
9.	DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES	6
10.	MÉTODOS DE CÁLCULO.....	7
10.1	ÍNDICE DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS	7
11.	COMPOSIÇÃO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO DA EDIFICAÇÃO	9
12.	REQUISITOS TÉCNICO-FUNCIONAIS DO EDIFÍCIO	9
13.	DISPOSIÇÕES FINAIS.....	9
13.1	RUÍDOS DE INSTALAÇÕES DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS.....	9
13.2	ISOLAMENTO DOS VÃOS.....	12
14.	CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS.....	13
14.1	ISOLAMENTO SONORO	13
14.2	REPRESENTAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DO ISOLAMENTO SONORO DO EDIFÍCIO 13	
14.3	RESUMO DO ISOLAMENTO SONORO A SONS DE PERCUSSÃO.....	13
14.4	RESUMO DO ISOLAMENTO SONORO A RUÍDO EXTERIOR	14
14.5	RESULTADOS DA ESTIMATIVA DO ISOLAMENTO SONORO	15
14.5.1	ISOLAMENTO SONORO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA INTERIOR, ATRAVÉS DE ELEMENTOS DE SEPARAÇÃO VERTICAIS.....	15
14.5.2	ISOLAMENTO SONORO A SONS DE PERCUSSÃO	15
14.5.3	ISOLAMENTO SONORO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA EXTERIOR.....	16

14.6	JUSTIFICAÇÃO DE RESULTADOS DO CÁLCULO DO ISOLAMENTO SONORO.....	16
14.6.1	ISOLAMENTO SONORO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA ENTRE COMPARTIMENTOS.	16
14.7	SISTEMA ENVOLVENTE	26
14.7.1	SISTEMA DE COMPARTIMENTAÇÃO	26

1. INTRODUÇÃO

Refere-se a presente memória descritiva e justificativa ao projecto de avaliação / estimacão acústica, referente a **Construção de Habitação Hotel "Econature 4 Águas"**, a levar a cabo em **Estrada das Quatro Águas – Tavira**.

"O ruído, como estímulo sonoro sem conteúdo informativo para o auditor, que lhe é desagradável ou que o traumatiza, constitui actualmente um dos principais factores de degradação da qualidade de vida e representa, como tal, um elemento importante a considerar no contexto da saúde ambiental e ocupacional das populações."

Um dos aspectos de maior relevância no conforto acústico de edifícios, prende-se com o isolamento sonoro a sons aéreos, a assegurar tanto pelos elementos constituintes das fachadas como o da compartimentação interior. Assim, importa que, na fase de projecto, seja convenientemente avaliado o isolamento sonoro em causa, em conformidade com o disposto na regulamentação vigente, nomeadamente o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), Decreto – Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio, alterado pelo Decreto – Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho, para que o ambiente no interior dos edifícios satisfaça padrões de conforto adequados. Num sentido muito geral, os ruídos exteriores devem-se fundamentalmente à circulação rodoviária e ferroviária. Todavia, em determinados locais próximos de instalações aeroportuárias (ou, sob certas trajectórias de voo), assim como de instalações industriais e de divertimento público podem gerar-se ruídos exteriores significativamente incomodativos para os ocupantes dos edifícios que se encontram anexos ou nas proximidades dessas infra-estruturas.

Os ruídos interiores são devidos, predominantemente, à utilização do próprio edifício e têm origem em múltiplas solicitações associadas ao seu uso pelos respectivos ocupantes. Com o fim de definir um padrão de requisitos mínimos a observar relativamente ao isolamento sonoro a sons aéreos nos edifícios encontra-se publicado um diploma legal designado por Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios.

2. LOCALIZAÇÃO

O edifício a que este estudo se refere situa-se na **Estrada das Quatro Águas – Tavira**.

3. DESCRIÇÃO SUMÁRIA DO EDIFÍCIO

Trata-se de um edifício destinado a hotel constituído por 45 quartos.

A estrutura do edifício será em betão armado compartimentado em alvenaria de tijolo térmico.

4. LEGISLAÇÃO

Para efeitos de requisitos acústicos e conforme o n.º1 do artigo 5º do Decreto – Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio, e alterado pelo Decreto-Lei 96/2008, de 9 de Junho, entende-se considerar o edifício inserido em zona mista. Nos termos do referido anteriormente, a envolvente deve proporcionar um isolamento sonoro que se caracteriza por $D_{2m,nT,w} \geq 33$ dB.

4.1 ISOLAMENTO A SONS AÉREOS DE FACHADA

Relativamente ao isolamento a sons aéreos provenientes do exterior ser cumprida a exigência que segue (artigo 5º, n.º 1, alínea a) do RRAE.

O índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{2m,nT,w}$, entre o exterior do edifício e quartos ou zonas de estar dos fogos deve satisfazer o seguinte:

- i. $D_{2m,nT,w} \geq 33$ dB (em zonas mistas);
- ii. $D_{2m,nT,w} \geq 28$ dB (em zonas sensíveis);
- iii. Os valores limite dos índices referidos nas subalíneas anteriores são acrescidos de 3 dB, quando se verifique o disposto no n.º 7 do artigo 12.º do Regulamento Geral do Ruído;
- iv. Quando a área translúcida for superior a 60 % do elemento de fachada em análise, deve ser adicionado ao índice $D_{2m,nT,w}$ o termo de adaptação apropriado, C ou C_{tr} , conforme o tipo de ruído dominante na emissão, mantendo-se os limites das subalíneas i) e ii);

5. DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ISOLAMENTO SONORO

A determinação do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, $D_{2m,nT,w}$ ou $D_{nT,w}$, do índice de isolamento sonoro a sons de percussão, $L'_{nT,w}$, do nível de avaliação, $L_{Ar,nT}$, do tempo de reverberação, T , deve ser efectuada em conformidade com o disposto na normalização portuguesa aplicável ou, caso não exista, na normalização europeia ou internacional.

6. DETERMINAÇÃO DAS COMPONENTES TONAIIS

Na determinação das componentes tonais do nível de avaliação, $L_{Ar,nT}$, é adoptada a metodologia definida no anexo I ao Regulamento Geral do Ruído.

7. MEDIÇÕES IN-SITU

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

8. CONFORMIDADE

O edifício, ou qualquer dos seus fogos, é considerado conforme aos requisitos acústicos aplicáveis, quando, cumulativamente:

- a) O valor obtido para o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea de fachada, $D_{2m,nT,w}$ ou $D_{nT,w}$, acrescido do factor l no valor de 3 dB, e a diferença $D_{nT,oit.63\text{ Hz}}$ acrescida do factor l no valor de 5 dB, satisfaça o limite regulamentar.

9. DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES

O estudo orienta-se na verificação dos índices de isolamento sonoro médio das paredes exteriores $D_{2m,nT,w}$, sendo que o valor obtido para o índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado $D_{2m,nT,w}$ acrescido do factor de $(l = 3\text{ dB})$ satisfaz o limite regulamentar

Esclarece-se que para efeitos de aplicação do articulado exposto neste Regulamento, o índice de isolamento sonoro $D_{2m,nT,w}$ traduz o isolamento a sons aéreos da envolvente exterior do edifício (fachada) quando a incidência das ondas sonoras se processa segundo um ângulo de 45°. A adopção deste ângulo de incidência deve-se ao facto de que, de um ponto de vista “médio”, a fonte de ruído que se afigura como mais relevante, e de cuja influência se querem proteger os ocupantes dos edifícios, é o ruído de tráfego.

Entre as componentes que podem constituir a análise integrada do meio ambiente, o ruído é considerado, como algo muito importante para o bem-estar físico e psíquico dos indivíduos. O contínuo aumento dos níveis sonoros, especialmente nos meios urbanos e suburbanos, com todas as consequências negativas para a saúde.

Assim, importa que, na fase de projecto, seja convenientemente avaliado o isolamento sonoro em causa, em conformidade com o disposto na regulamentação vigente, para que o ambiente no interior dos edifícios satisfaça padrões de conforto adequados.

Relativamente ao condicionamento acústico de edifícios, os problemas que se colocam com mais acuidade, e que, na maior parte dos casos, são de difícil resolução, derivam da transmissão de energia sonora devida a acções de choque ou mais comum de sons de percussão.

Estes sons resultam da excitação directa de um elemento de compartimentação qualquer e podem, devido a rigidez das ligações existentes, propagar-se com grande facilidade através de toda a malha estrutural do edifício estabelecendo campos sonoros, eventualmente intensos, em compartimentos bastante distantes do local de origem da excitação.

10. MÉTODOS DE CÁLCULO

Os métodos de cálculo utilizados para estimar os parâmetros acústicos analisados foram os descritos de seguida.

10.1 ÍNDICE DE ISOLAMENTO A SONS AÉREOS

Os sons aéreos derivam da excitação directa do ar, por uma fonte sonora que, no caso dos edifícios pode ser materializada, tanto no ruído de tráfego rodoviário, ferroviário ou aéreo como no funcionamento de equipamentos de carácter colectivo ou individual, ou da própria conversação e actividade quotidiana.

Os campos sonoros que se podem estabelecer no interior dos edifícios têm origem em ruído produzido por fontes sonoras, cujas características de emissão podem variar tanto no espaço como no tempo, em natureza (fonte) e em composição espectral (intensidade).

De uma forma relativamente sumaria, e tendo em atenção a sua origem, os ruídos aéreos que interessam ao conforto acústico nos edifícios podem enquadrar-se em dois grandes grupos: ruídos exteriores e ruídos interiores.

Num sentido muito geral, os ruídos exteriores devem-se fundamentalmente a circulação rodoviária e ferroviária. Os ruídos interiores são devidos, predominantemente, a utilização do próprio edifício e tem origem em múltiplas solicitações associadas ao seu uso pelos respectivos ocupantes.

O índice de isolamento a sons aéreos normalizado e ponderado ($D_{2m,nT,w}$ e $D_{nT,w}$) foi calculado a partir do índice de redução sonora ponderado de cada elemento (R_w). Os valores do índice de redução sonora por banda frequência (R), necessários ao cálculo do índice R_w foram obtidos através de ensaios laboratoriais ou, na sua ausência, estimados através de métodos de previsão adequados.

Nesta segunda hipótese, os valores do índice de redução sonora por banda frequência (R) foram calculados pelo modelo de B. Sharp para elementos simples e pelo modelo de M. Meisser para paredes duplas. Estes métodos têm em conta as quebras de isolamento na frequência crítica, no caso de elementos simples, e na frequência de ressonância massa-ar-massa, nas frequências críticas de cada pano e nas frequências de ressonância da caixa de ar, no caso de elementos duplos.

A partir dos valores de R por banda de frequência foi determinado o índice de redução sonora ponderado (R_w) de acordo com a metodologia apresentada na norma EN ISO 717-1. A este valor foi contabilizado o valor relativo às transmissões ocorridas por via marginal, que caracterizam o comportamento dos elementos *in situ*, obtendo-se assim o valor de R'_w .

O índice de redução sonora ponderado previsto *in situ*, R'_w , foi determinado através do índice de redução sonora ponderado medido em laboratório (ou estimado), R_w , ao qual foi contabilizada a influência das transmissões marginais que ocorrem quando o elemento é colocado em obra.

Para a quantificação do índice $D_{2m,n,w}$, foi adoptado o valor de 2 dB para a redução do isolamento sonoro devido às transmissões marginais, tal como indicado na EN 12354-3, uma vez que estas não são

significativas devido aos baixos valores de isolamento a sons aéreos normalmente existentes. Assim é subtraído esse valor ao índice R_w obtendo-se o índice R'_w .

$$R'_w = R_w - 2$$

No caso da determinação do índice de isolamento a sons aéreos entre dois compartimentos, $D_{n,w}$, a transmissão marginal foi quantificada através do método de cálculo incluído na EN 12354-1 "Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 1: Airbone sound insulation between rooms.", pela expressão que se segue:

$$R'_w = -10 \log \left(10^{\frac{-R_{Dd,w}}{10}} + \sum_{F=f=1}^n 10^{\frac{-R_{Ff,w}}{10}} + \sum_{f=1}^n 10^{\frac{-R_{Df,w}}{10}} + \sum_{F=1}^n 10^{\frac{-R_{Fd,w}}{10}} \right) \quad (\text{dB})$$

$R_{Dd,w}$ – índice de redução sonora relativo à transmissão directa (dB)

$R_{Ff,w}$ – índice de redução sonora relativo ao caminho de transmissão Ff (dB)

$R_{Df,w}$ – índice de redução sonora relativo ao caminho de transmissão Df (dB)

$R_{Fd,w}$ – índice de redução sonora relativo ao caminho de transmissão Fd (dB)

n – número total de elementos marginais (normalmente igual a 4)

Em superfícies de compartimentação composta (elementos heterogéneos) procedeu-se a uma homogeneização através da seguinte expressão:

$$R_w = 10 \log \left(\frac{\sum_i S_i}{\sum_i S_i \tau_i} \right)$$

R_w – índice de redução sonora ponderado médio da fachada (dB)

S_i – área de cada grupo de elementos i da fachada (m^2)

$\tau_i = 10^{-0.1 R_{w,i}}$ – factor de transmissão sonora do elemento i

$R_{w,i}$ – índice de redução sonora ponderado de cada elemento i que constitui a fachada (dB)

O índice de isolamento a sons de condução aérea normalizado e ponderado ($D_{2m,n,w}$ e $D_{n,w}$) foi por fim determinado pela seguinte expressão:

$$D_{2m,n,w} = R'_w + 10 \log \left(\frac{A_0}{S} \right) \quad (\text{dB})$$

$$D_{n,w} = R'_w + 10 \log \left(\frac{A_0}{S} \right) \quad (\text{dB})$$

A_0 – área de absorção sonora de referência, em m^2 ($A_0 = 10 \text{ m}^2$ para compartimentos de habitação ou com dimensões comparáveis)

S – superfície do elemento separador (m^2)

No caso de compartimentos com dimensões muito superiores a compartimentos de habitação considerou-se o índice de isolamento a sons aéreos, $D_{2m,n,w}$ e $D_{n,w}$, igual ao índice de redução sonora ponderado previsto *in situ*, R'_w .

11. COMPOSIÇÃO DOS ELEMENTOS DE CONSTRUÇÃO DA EDIFICAÇÃO

Ver Peças Desenhadas.

12. REQUISITOS TÉCNICO-FUNCIONAIS DO EDIFÍCIO

As exigências regulamentares a observar no presente estudo são as indicadas para edifícios destinados a habitação, previsto na legislação em vigor, designadamente o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios. (Ver em Cálculos Justificativos)

13. DISPOSIÇÕES FINAIS

13.1 RUÍDOS DE INSTALAÇÕES DE ESCOAMENTO DE ÁGUAS

Faz-se referência unicamente aos ruídos de instalações de águas e esgotos, não só por se tratar do tipo de instalações mais difundidas como porque o seu planeamento e execução não se revestem, muito frequentemente, dos cuidados necessários – o que não sucede, em regra, com outros tipos de instalações julgados e princípio de maior especialização – conduzindo a resultados francamente negativos.

O ruído de funcionamento das instalações de águas e esgotos dos edifícios, frequentemente apontado como factor de incomodidade nos edifícios para habitação, assume maior relevância em edifícios cuja concentração de apartamentos ou cuja densidade populacional, caso de hotéis e hospitais, exige uma grande concentração de instalações ao que corresponde condições mais severas para assegurar o conforto acústico.

Embora a produção de ruídos nas instalações de águas e esgotos esteja vinculada à excitação das canalizações, dos componentes e das peças de equipamento, a emissão de ruído para os compartimentos é feita pelos elementos de construção que as integram ou onde se apoiam, ou por outros a eles ligados sem solução de continuidade, dado que as canalizações, os componentes e as peças de equipamento, considerados isoladamente, não têm, pelas suas características mecânicas e dimensionais, possibilidades de os estabelecer com os níveis sonoros correntemente verificados nos compartimentos dos edifícios.

A dependência em que a emissão do ruído se encontra da natureza dos elementos de construção e das condições de montagem das instalações impede a qualificação dos componentes por indicadores independentes das condições de ensaio e, em cada caso de aplicação, correlacionáveis com o nível sonoro do ruído estabelecido.

Referencia-se seguidamente as causas principais que estão associadas à produção de ruídos por parte das instalações de distribuição de águas e esgotos:

- a) *Velocidade Excessiva de Escoamento de água.* Os ruídos devidos ao escoamento resultam, assim, de velocidades elevadas, as quais constituem fonte de vibrações que se propagam, em parte, nos filetes de água e, em parte, nas paredes das tubagens.

Algumas Recomendações. O procedimento mais adequado para reduzir ou eliminar os ruídos determinados pelas velocidades de escoamento excessivas está na redução de pressão. Para corresponder às necessidades de conforto acústico, basta cumprir a regulamentação vigente, aplicada a instalações de águas e esgotos, "*Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais*", publicada pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

- b) *Características e Traçado das Canalizações.* Os acidentes dum percurso com inclusão de peças, como "tês" e joelhos, e as mudanças bruscas de calibre, dando origem a turbulências e fenómenos de cavitação, constituem causas de produção de ruído.

Algumas Recomendações. Com o objectivo de reduzir as turbulências e os fenómenos de cavitação nas canalizações, devem cumprir-se, sempre que possível, as seguintes directivas:

- Adopção de percursos simples;
- Instalação de curvas em vez de joelhos e de derivações a 45º em vez de "tês";
- Instalação de válvulas de passagem integral;
- Instalação de conexões que consintam uma mudança suave de calibre.

- c) *Presença de Ar ou de vapor nas Canalizações.* As bolhas de ar e vapor, acumulando-se em pontos altos das canalizações, perturbam a circulação e provocam ruídos.

Algumas Recomendações. As canalizações dispor-se assegurando sempre um declive que facilite a saída do ar e vapor arrastados, os quais serão eliminados pelas torneiras de utilização ou através de dispositivos situados nos topos das prumadas de água. Bastará para isso que o declive não seja inferior a 1 mm/m.

- d) *Variações de Temperatura.* As variações de temperatura originam dilatações e contracções que, no caso das canalizações de água quente, podem provocar acomodações e reajustamentos de posição das tubagens, com produção de estalidos ruidosos.

Algumas Recomendações. Nas canalizações de água quente deverão inserir-se juntas de dilatação, cujo espaçamento dependerá da natureza de material constitutivo das canalizações.

- e) *Vibrações Introduzidas na Edificação pelas Canalizações.* As vibrações das canalizações podem ser transmitidas à edificação através dos suportes dos tubos e dos atravessamentos dos elementos da edificação. *Algumas Recomendações.* Deverá evitar-se o contacto de canalizações e seus suportes com paredes leves, caso contrário, deverão as mesmas ser envolvidas por material resiliente (feltro, matérias fibrosas, etc.) a fim de evitar a transmissão de ruídos.
- f) *Funcionamento de Válvulas e Torneiras.* As manobras de fecho ou abertura de uma válvula ou torneira podem ser causa de ruídos, desde que se verifique uma grande velocidade de escoamento através da menor secção da válvula ou torneira. Como exemplo, pode citar-se o característico sibilar produzido durante a entrada de água num autoclismo através de uma válvula de bóia, no final do enchimento, devido ao grande estreitamento de secção. De forma a reduzir o ruído produzido, há que limitar a velocidade de escoamento do fluído e (ou) aumentar o intervalo de tempo em que ocorre a manobra da válvula ou torneira. Um mau ajustamento peças que vibrem à passagem da água pode ser ainda origem de ruídos. *Algumas Recomendações.* Convirá que a entrada de água nos autoclismos se faça através de um tubo mergulhado assim se evitando o assobiar que teria lugar devido à redução de secção na fase final do enchimento.

É recomendável instalar-se, na extremidade das torneiras de utilização, dispositivos quebra - jacto, constituídos por um conjunto de cilindros paralelos cuja finalidade é a de contrariar a ocorrência de turbulências pela introdução de uma perda de carga e pela subdivisão da veia líquida.

Para atenuar o efeito de golpe de aríete, devem evitar-se válvulas de retenção e torneiras de oclusão e aberturas rápidas, sendo por outro lado recomendável que os trechos finais de ligação às torneiras tenham características elásticas.

- g) *Alimentação de Aparelhos Sanitários.* O afluxo de água às superfícies internas das loiças e outros aparelhos sanitários ou à superfície livre da água neles contida constitui outra causa de ruídos.
- h) *Traçado e Dimensionamento Incorrectos das Redes e Calibres Inadequados dos Sifões nas Instalações de Esgotos.* Se o dimensionamento e traçado das canalizações não atender aos caudais de esgoto e de ar a transportar e aos fenómenos que podem ocorrer durante as descargas podem resultar variações de pressão que constituam causa de ruídos. Assim, no caso dos tubos de queda em que a taxa de ocupação seja excessiva, formam-se tampões que, obstando ao arrastamento do ar e submetidos a pressões elevadas, rebentam ruidosamente.

Nos sifões, verifica-se em geral produção de ruídos quando os calibres são superiores aos dos respectivos ramais de descarga, devidos às repressões que ocorrem. *Algumas Recomendações.* Um dimensionamento e traçado das redes que conduza a baixas variações de pressão determinarão na prática a ausência de ruídos devidos a impedimentos no arrastamento do ar. Como boa norma de conduta, basta assegurar as disposições regulamentares em vigor, "Regulamento Geral de Distribuição de Água e Drenagem de Águas Residuais", publicada pelo Decreto Regulamentar n.º 23/95 de 23 de Agosto.

- i) *Instalação Defeituosa dos Aparelhos Sanitários.* A instalação defeituosa de aparelhos sanitários, sem interposição de materiais resilientes nos respectivos suportes, constitui causa de ruídos transmissíveis às edificações. *Algumas Recomendações.* Sendo a utilização dos aparelhos sanitários ruidosa, é recomendável isolá-los através da interposição de materiais resilientes nos respectivos suportes, para que os ruídos por eles produzidos se não transmitam às edificações.

13.2 ISOLAMENTO DOS VÃOS

Numa janela ocorrem juntas em elementos fixos (por exemplo, entre a alvenaria e o aro) e elementos móveis entre si (por exemplo, entre o aro e o caixilho). As frinchas entre elementos que não têm movimento relativo entre si deverão ser preenchidas por material elástico e absorvente sonoro (lã mineral ou equivalente) e seladas, em ambas as faces, por material resiliente vedante.

A vedação de frinchas entre peças entre as quais haja movimento relativo não é fácil, devendo, sempre que possível, aumentar-se a dimensão da frincha perpendicularmente ao plano de vibração. A colocação de vedantes resilientes implica, obviamente, a utilização de ferragens que assegurem a sua compressão efectiva.

Em tudo o que esta memória for omissa, respeitar-se-ão sempre as normas e regulamentos em vigor e/ou eventuais posturas camarárias.

Entroncamento, 27 de outubro de 2023

O Técnico,

Sérgio Mendes Rodrigues Gomes
Cartão do Cidadão n.º 11337490
OET n.º 2646



14. CÁLCULOS JUSTIFICATIVOS

14.1 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 e a Portaria n.º 35-A/2022), 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.

O edifício objecto de estudo situa-se numa zona mista ou sensível, conforme o estipulado nas alíneas c), d) e e) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído.

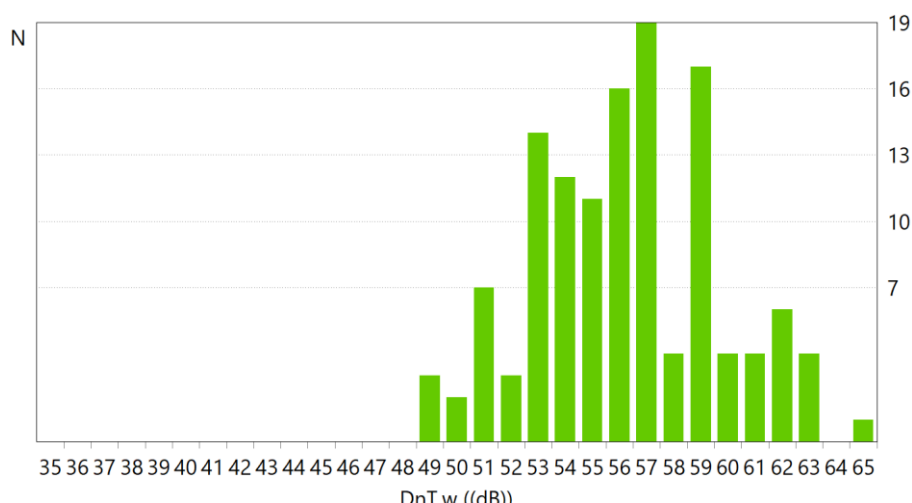
Para os cálculos do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea provenientes do exterior, foi considerado um tipo de ruído dominante de emissão correspondente a um espectro de ruído rosa (termo de adaptação C).

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.

14.2 REPRESENTAÇÃO ESTATÍSTICA DOS RESULTADOS DO ISOLAMENTO SONORO DO EDIFÍCIO

Resumo do isolamento sonoro a sons de condução aérea interior através de elementos de separação verticais

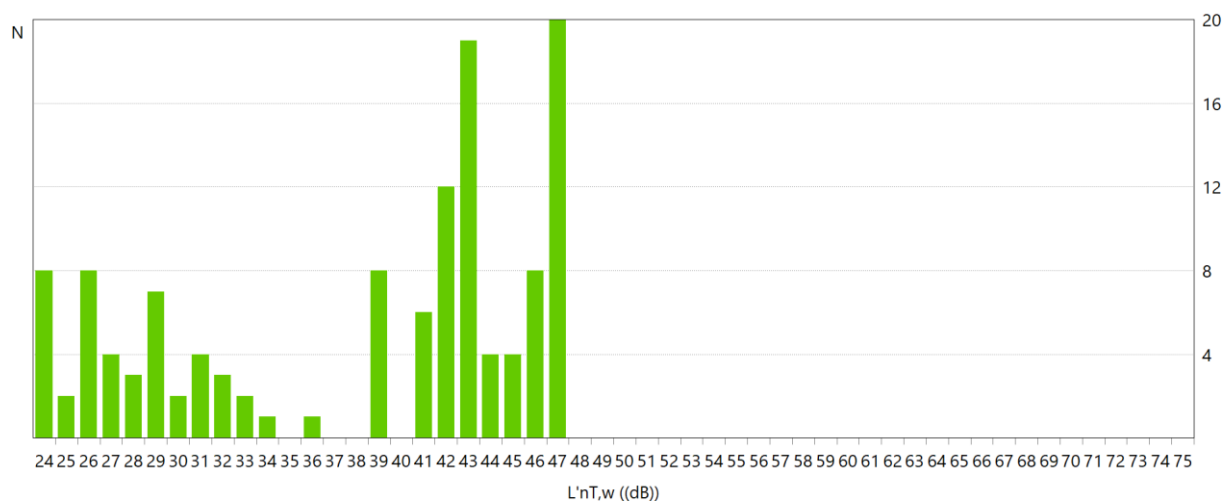
Foram contabilizados 45 compartimentos receptores a sons de condução aérea no edifício, dando lugar a 127 pares de compartimentos emissor e receptor separados por elementos construtivos verticais. O isolamento sonoro médio a sons de condução aérea entre estes pares é de 56.2 dB, com um desvio padronizado de 3.4 dB. Mostra-se seguidamente a distribuição gráfica dos resultados obtidos entre estes pares para o isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, ($D_{nT,w}$):



14.3 RESUMO DO ISOLAMENTO SONORO A SONS DE PERCUSSÃO

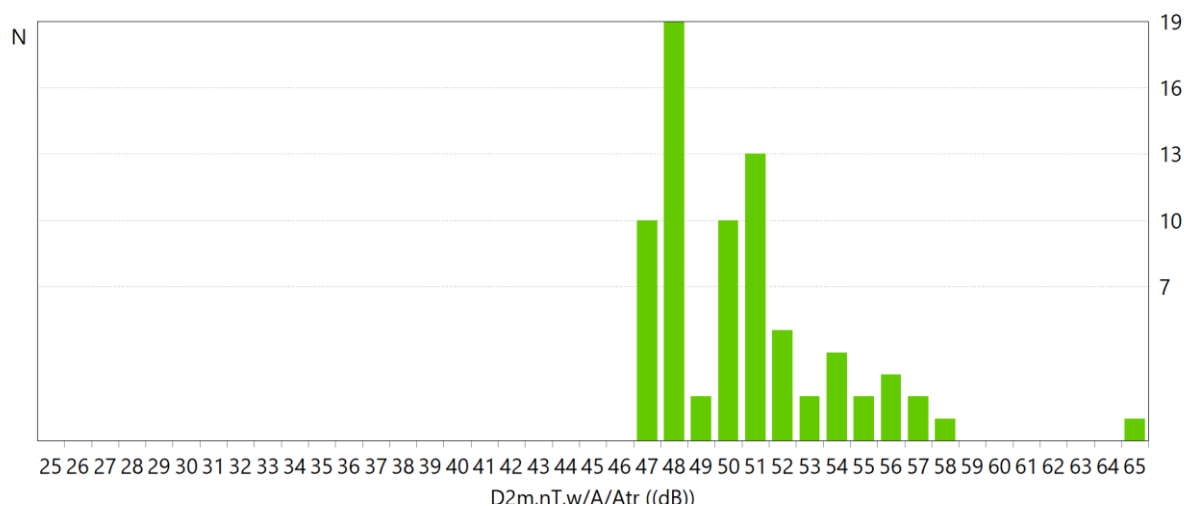
Foram contabilizados 45 compartimentos receptores a sons de percussão no edifício, dando lugar a 126 pares de compartimentos emissor e receptor. O índice de isolamento sonoro médio a sons de percussão nestes compartimentos é de 38.1 dB, com um desvio padronizado de 8.1 dB. Mostra-se seguidamente a

distribuição gráfica dos resultados obtidos entre estes pares para o índice de isolamento sonoro a sons de percussão, padronizado, ($L'_{nT,w}$):



14.4 RESUMO DO ISOLAMENTO SONORO A RUÍDO EXTERIOR

Foram contabilizados 46 compartimentos do edifício com superfícies expostas ao exterior, considerados receptores segundo regulamentação vigente, dando lugar a 74 cálculos de exposição a ruído exterior, combinando as diferentes orientações de fachada. O isolamento sonoro médio a sons de condução aérea nestes compartimentos é de 50.6 dB, com um desvio padronizado de 3.6 dB. Mostra-se seguidamente a distribuição gráfica dos resultados obtidos para o isolamento sonoro a sons de condução aérea, padronizado, ($D_{2m,nT,w/A/Atr}$):



14.5 RESULTADOS DA ESTIMATIVA DO ISOLAMENTO SONORO

Apresentam-se aqui os resultados mais desfavoráveis de isolamento sonoro calculados no edifício, classificados de acordo com as diferentes combinações de compartimentos emissores e receptores presentes na regulamentação vigente.

Em concreto, verifica-se aqui o cumprimento das exigências acústicas descritas no Artigo 5 do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, referentes aos índices de isolamento sonoro a sons de condução aérea interior, sons de percussão e sons de condução aérea exterior.

Os resultados finais mostrados são acompanhados dos valores intermédios mais significativos, apresentando o cálculo detalhado no capítulo de justificação de resultados deste mesmo documento, para cada uma das entradas nas tabelas de resultados.

14.5.1 ISOLAMENTO SONORO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA INTERIOR, ATRAVÉS DE ELEMENTOS DE SEPARAÇÃO VERTICAIS

Id	Compartimento receptor	Compartimento emissor	$R_{Dd,w}$ (dB)	R'_{w} (dB)	S_s (m ²)	V (m ³)	$D_{nT,w}$ (dB) exigido	estimado
Quarto ou zona de estar - Compartimento fora da unidade de utilização								
1	Quarto 42 (Rés-do-chão)	Quarto 42	58.4	53.7	15.32	37.3	50	52.6
Quarto ou zona de estar - Circulação comum								
2	Quarto 32 (Rés-do-chão)	Quarto 32	42.1	41.6	2.46	38.5	48	48.6

Notas:

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

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

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

S_s : Área de separação comum entre os dois compartimentos

V : Volume do compartimento receptor

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

14.5.2 ISOLAMENTO SONORO A SONS DE PERCUSSÃO

Id	Compartimento receptor	Compartimento emissor	$L_{n,w,Dd}$ (dB)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	$L'_{n,w}$ (dB)	V (m ³)	$L'_{nT,w}$ (dB) exigido	estimado
Quarto ou zona de estar - Compartimento fora da unidade de utilização								
1	Quarto17 (Rés-do-chão)	Quarto16	---	48.1	37.8	60	47.3	
Quarto ou zona de estar - Circulação comum								
2	Quarto 8 (Rés-do-chão)	Corredor	---	37.2	69.1	60	33.7	

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

14.5.3 ISOLAMENTO SONORO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA EXTERIOR

Id	Compartimento receptor	% aberturas	$R_{Dd,w}$ (dB)	R'_{w} (dB)	S_s (m ²)	V (m ³)	$D_{2m,nT,w/A}$ (dB) exigido	estimado
1	Quarto 34 (Quarto), Rés-do-chão	100.0	45.0	45.0	10.79	50.7	33	46.8

Notas:

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

% aberturas: Percentagem de aberturas da superfície

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

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

S_s : Área total em contacto com o exterior

V : Volume do compartimento receptor

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

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

14.6 JUSTIFICAÇÃO DE RESULTADOS DO CÁLCULO DO ISOLAMENTO SONORO

14.6.1 ISOLAMENTO SONORO A SONS DE CONDUÇÃO AÉREA ENTRE COMPARTIMENTOS

Apresenta-se seguidamente o cálculo detalhado da estimativa de isolamento sonoro a sons de condução aérea 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 12354-1:2000, 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, $D_{nT,w}$

Compartimento receptor:	Quarto 42 (Quarto)	Quarto ou zona de estar
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Quarto 42	
Compartimento emissor:	Quarto 43 (Quarto)	Compartimento fora da unidade de utilização
Área de separação comum entre os dois compartimentos, S_s :	15.3 m ²	
Volume do compartimento receptor, V :	37.3 m ³	

$$D_{nT,w} = R'_{w} + 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{T_0 \cdot S_s} \right) = 52.6 \text{ dB} \geq 50 \text{ dB}$$

= 53.7
dB

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento separador

Elemento estrutural básico	m (kg/m ²)	R _w (dB)	Revestimento compartmento emissor	ΔR _{D,w} (dB)	Revestimento compartmento receptor	ΔR _{d,w} (dB)	S _i (m ²)
PS1 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	58.4	reboco de argamassa de gesso	0	reboco de argamassa de gesso	0	15.32

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					2.6	15.3	
f1	PE	87	52.0	argamassa de gesso	0			
F2	PS2 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	62.6	reboco de argamassa de gesso	0	2.6	15.3	
f2	PS2 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	62.6	reboco de argamassa de gesso	0			
F3	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0	7.9	15.3	
f3	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0			
F4	Laje maciça	500	53.6	Tecto falso amovível suspenso, acústico D147.es "KNAUF" de placas de gesso laminado, com perfis ocultos	0	7.9	15.3	
f4	Laje maciça	500	53.6		0			

Cálculo de isolamento sonoro a sons de condução aérea entre compartimentos interiores:

Contribuição directa, R_{Dd,w}:

Elemento separador	R _{D,w} (dB)	ΔR _{D,w} (dB)	ΔR _{d,w} (dB)	S _s (m ²)	R _{Dd,w} (dB)	τ _{Dd}
PS1 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	58.4	0	0	15.3	58.4	1.44544e-006
						58.4 1.44544e-006

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

Lateral	$R_{F,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{Ff,w}$ (dB)	K_{Ff} (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{Ff,w}$ (dB)	$S_i/S_{S \cdot \tau_{Ff}}$
2	62.6	62.6	0	17.7	2.6	15.3	88.0	1.58489e-009
3	63.8	63.8	0	-2.1	7.9	15.3	64.6	3.46737e-007
4	53.6	53.6	0	1.5	7.9	15.3	58.0	1.58489e-006
							57.1	1.93321e-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	62.6	58.4	0	11.7	2.6	15.3	79.9	1.02329e-008
3	63.8	58.4	0	9.7	7.9	15.3	73.7	4.2658e-008
4	53.6	58.4	0	6.4	7.9	15.3	65.3	2.95121e-007
							64.6	3.48012e-007

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	58.4	52.0	0	3.3	2.6	15.3	66.2	2.39883e-007
2	58.4	62.6	0	11.7	2.6	15.3	79.9	1.02329e-008
3	58.4	63.8	0	9.7	7.9	15.3	73.7	4.2658e-008
4	58.4	53.6	0	6.4	7.9	15.3	65.3	2.95121e-007
							62.3	5.87895e-007

Índice global de redução sonora aparente, R'_w :

	R'_w (dB)	τ
$R_{Dd,w}$	58.4	1.44544e-006
$R_{Ff,w}$	57.1	1.93321e-006
$R_{Fd,w}$	64.6	3.48012e-007
$R_{Df,w}$	62.3	5.87895e-007
	53.7	4.31456e-006

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

R'_w V T₀ S_S D_{nT,w}

(dB) (m³) (s) (m²) (dB)
53.7 | 37.3 0.5 15.3 52.6

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

Compartimento receptor: Quarto 32 (Quarto) Quarto ou zona de estar
Localização do compartimento receptor: Rés-do-chão, unidade de utilização Quarto 32
Compartimento emissor: Circulação 1 (Corredor / Hall) Circulação comum
Área de separação comum entre os dois compartimentos, S_s : 2.5 m²
Volume do compartimento receptor, V : 38.5 m³

$$D_{nT,w} = R'_w + 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{T_0 \cdot S_s} \right) = 48.6 \text{ dB} \geq 48 \text{ dB}$$

= 41.6 dB

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento separador

Elemento estrutural básico	m (kg/m²)	R_w (dB)	Revestimento compartimento emissor	$\Delta R_{D,w}$ (dB)	Revestimento compartimento receptor	$\Delta R_{d,w}$ (dB)	S_i (m²)
PS2 - Parede Interior Tijolo11 + Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	62.6	reboco de argamassa de gesso	0	reboco de argamassa de gesso	0	0.03

Aberturas verticais

Aberturas verticais	R_w (dB)	S_i (m²)
Porta1 0.90x2.70	42.0	2.43

Elementos marginais

Elemento estrutural básico	m (kg/m²)	R_w (dB)	Revestimento	ΔR_w (dB)	L_f (m)	S_i (m²)	Ligações
----------------------------	--------------	---------------	--------------	----------------------	--------------	---------------	----------

F1	PS2 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	62.6	reboco de argamassa de gesso	0	2.6	2.5	
f1	Psem req2	123	41.1	reboco de argamassa de gesso	0			
F2	PS2 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	62.6	reboco de argamassa de gesso	0	2.6	2.5	
f2	PS1 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	58.4	reboco de argamassa de gesso	0			
F3	Laje de fundação	1522	63.4	Soleira seca "KNAUF". Pavimento flexível têxtil	0	1.3	2.5	
f3	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0			
F4	Laje maciça	500	53.6	Tecto falso amovível suspenso, acústico D147.es "KNAUF" de placas de gesso laminado, com perfis ocultos	0	1.3	2.5	
f4	Laje maciça	500	53.6		0			

Cálculo de isolamento sonoro a sons de condução aérea entre compartimentos interiores:

Contribuição directa, $R_{Dd,w}$:

Elemento separador	$R_{D,w}$ (dB)	$\Delta R_{D,w}$ (dB)	$\Delta R_{d,w}$ (dB)	S_s (m²)	S_i (m²)	$R_{Dd,w}$ (dB)	τ_{Dd}
PS2 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	62.6	0	0	2.5	0.0	81.2	7.62072e-009
Porta1 0.90x2.70	42.0		0	2.5	2.4	42.1	6.22208e-005
						42.1	6.22284e-005

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

Lateral	$R_{F,w}$ (dB)	$R_{f,w}$ (dB)	$\Delta R_{Ff,w}$ (dB)	K_{Ff} (dB)	L_f (m)	S_i (m²)	$R_{Ff,w}$ (dB)	$S_i/S_s \cdot \tau_{Ff}$
1	62.6	41.1	0	5.7	2.6	2.5	57.3	1.86209e-006
2	62.6	58.4	0	11.7	2.6	2.5	72.0	6.30957e-008
3	63.4	63.8	0	-2.1	1.3	2.5	64.4	3.63078e-007
4	53.6	53.6	0	1.5	1.3	2.5	58.0	1.58489e-006
							54.1	3.87315e-006

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

Lateral	$R_{F,w}$ (dB)	$R_{d,w}$ (dB)	$\Delta R_{F,w}$ (dB)	$K_{F,d}$ (dB)	L_f (m)	S_i (m ²)	$R_{F,w}$ (dB)	$S_i/S_s \cdot \tau_{F,d}$
1	62.6	62.6	0	5.7	2.6	2.5	68.1	1.54882e-007
2	62.6	62.6	0	17.7	2.6	2.5	80.1	9.77237e-009
3	63.4	62.6	0	9.6	1.3	2.5	75.5	2.81838e-008
4	53.6	62.6	0	6.4	1.3	2.5	67.4	1.8197e-007
							64.3	3.74808e-007

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	62.6	41.1	0	6.1	2.6	2.5	57.7	1.69824e-006
2	62.6	58.4	0	11.7	2.6	2.5	72.0	6.30957e-008
3	62.6	63.8	0	9.7	1.3	2.5	75.8	2.63027e-008
4	62.6	53.6	0	6.4	1.3	2.5	67.4	1.8197e-007
							57.1	1.96961e-006

Índice global de redução sonora aparente, R'_w :

	R'_w (dB)	τ
$R_{Dd,w}$	42.1	6.22284e-005
$R_{Ff,w}$	54.1	3.87315e-006
$R_{Fd,w}$	64.3	3.74808e-007
$R_{Df,w}$	57.1	1.96961e-006
	41.6	6.8446e-005

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

R'_w (dB)	V (m ³)	T_0 (s)	S_S (m ²)	$D_{nT,w}$ (dB)
41.6	38.5	0.5	2.5	48.6

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:	Quarto17 (Quarto)	Quarto ou zona de estar
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização Quarto17	
Compartimento emissor:	Quarto16 (Quarto)	Compartimento fora da unidade de utilização
Área total do elemento excitado, S_s :	8.2 m ²	
Volume do compartimento receptor, V :	37.8 m ³	

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 47.3 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$

= 48.1 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)
Laje de fundação	1580	52.1	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0		0	19.42

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 Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0	---	4.2	19.4	

f1	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	---	0		
D2	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0	---		
f2	PS1 - Parede Interior Tijolo11 + Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	58.4	reboco de argamassa de gesso	---	0	4.2 19.4	

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 (m²)	$L_{n,w,Df}$ (dB)	$S_i/S_{s \cdot \tau Df}$
1	52.1	0	63.8	63.8	0	-2.1	4.2	19.4	47.6	135486
2	52.1	0	63.8	58.4	0	9.7	4.2	19.4	38.5	16668.4
									48.1	152154

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

$L'_{n,w}$ (dB)	τ
48.1	152154
48.1	152154

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

$L'_{n,w}$ (dB)	V (m³)	A_0 (m²)	T_0 (s)	$L'_{nT,w}$ (dB)
48.1	37.8	10	0.5	47.3

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

Compartimento receptor:	Quarto 8 (Quarto)	Quarto ou zona de estar
Localização do compartimento receptor:	Rés-do-chão, unidade de utilização	Quarto 8
Compartimento emissor:	Corredor (Corredor / Hall)	Circulação comum
Área total do elemento excitado, S_s :		4.9 m²
Volume do compartimento receptor, V:		69.1 m³

$$L'_{nT,w} = L'_{n,w} - 10 \log \left(\frac{0.16 \cdot V}{A_0 \cdot T_0} \right) = 33.7 \text{ dB} \leq 60 \text{ dB}$$



$$= 37.2 \text{ dB}$$

Dados de entrada para o cálculo:

Elemento excitado a sons de percussão

Elemento	m	$L_{n,w}$	R_w	Pavimento	$\Delta L_{D,w}$	Revestimento	$\Delta L_{d,w}$	S_i
estrutural básico	(kg/m ²)	(dB)	(dB)	compartmento emissor	(dB)	Compartmento receptor	(dB)	(m ²)
Laje de fundação	1580	52.1	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0		0	100.15

Elementos marginais

	Elemento estrutural básico	m	R_w	Revestimento	$\Delta L_{D,w}$	$\Delta R_{f,w}$	L_f	S_i	Ligações
		(kg/m ²)	(dB)		(dB)	(dB)	(m)	(m ²)	
D1	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0	---	1.9	100.2	
f1	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	---	0			
D2	Laje de fundação	1580	63.8	Base de betão leve. Pavimento laminado	0	---	1.9	100.2	
f2	PS2 - Parede Interior Tijolo 11 + Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9	228	62.6	reboco de argamassa de gesso	---	0			

Cálculo do isolamento sonoro a sons de percussão:

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

Lateral	$L_{n,w}$	$\Delta L_{D,w}$	$R_{D,w}$	$R_{f,w}$	$\Delta R_{f,w}$	K_{Df}	L_f	S_i	$L_{n,w,Df}$	$S_i/S_{S \cdot \tau_{Df}}$
	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(dB)	(m)	(m ²)	(dB)	
1	52.1	0	63.8	63.8	0	-2.1	1.9	100.2	36.9	100409
2	52.1	0	63.8	62.6	0	9.7	1.9	100.2	25.7	7616.83
									37.2	108026

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

$L'_{n,w}$ (dB)	τ
$L_{n,w,Df}$	37.2 108026
	37.2 108026

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

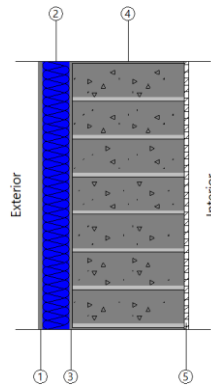
$L'_{n,w}$ (dB)	V (m ³)	A ₀ (m ²)	T ₀ (s)	$L'_{nT,w}$ (dB)
37.2	69.1	10	0.5	33.7

14.7 SISTEMA ENVOLVENTE

14.7.1 SISTEMA DE COMPARTIMENTAÇÃO

PE Superfície total 1067.03 m²

Parede exterior Tijolo térmico "BTE PROETICS 25 da Artebel".



Listagem de camadas:

1 - Argamassa para barramento do sistema "ETICS"	1 cm
2 - Poliestireno extrudado (XPS)	6 cm
3 - Argamassa para fixação do isolamento sistema "ETICS"	0.5 cm
4 - Bloco de betão leve (500x200x250)	25 cm
5 - Estuque de gesso ou areia	1 cm
Espessura total:	33.5 cm

Comportamento térmico U: 0.49 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 123.40 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 87.00 kg/m²

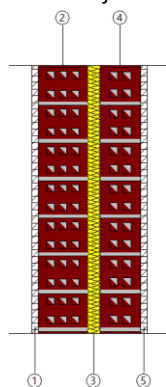
Isolamento sonoro por ensaio, R_w(C; C_{tr}): 52.0(-1; -4) dB

Referência do ensaio: CEC F4.4

PS1 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9 Superfície total 801.33 m²

Paredes interiores de divisão de quartos para quartos

Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
3 - Isolamento acústico DANOFON®	2.8 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (9 cm)	9 cm
5 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
Espessura total:	25.8 cm

Comportamento térmico U: 0.67 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 275.71 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 227.71 kg/m²

Isolamento sonoro por ensaio, R_w(C; C_{tr}): 58.4(-1; -3) dB

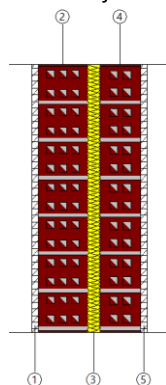
Referência do ensaio: B130-134-H92

PS2 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9

Superfície total 1030.35 m²

Paredes interiores de divisão de quartos/zonas de estar para circulação

Parede Interior Tijolo11 +Isolamento acústico DANOFON®+ Tijolo 9



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
3 - Isolamento acústico DANOFON®	2.8 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (9 cm)	9 cm
5 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm

Espessura total: 25.8 cm

Comportamento térmico

U: 0.67 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 275.71 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 227.71 kg/m²

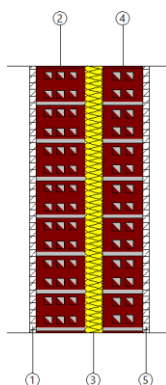
Isolamento sonoro por ensaio, $R_w(C; C_{tr})$: 62.6(-1; -3) dB

Referência do ensaio: B 130-134-H93

PS3 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento SONODAN PLUS®+ Tijolo 9

Superfície total 156.26 m²

Paredes interiores de divisão de comércio /zonas de estar para circulação



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
3 - SONODAN PLUS AUTOADESIVO®	4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (9 cm)	9 cm
5 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm

Espessura total: 27 cm

Comportamento térmico

U: 0.56 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 289.31 kg/m²

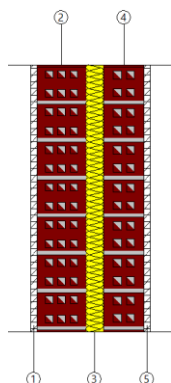
Massa superficial do elemento base: 241.31 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 50.6(-1; -5) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

PS4 - Parede Interior Tijolo11 +Isolamento SONODAN PLUS®+ Tijolo 9 Superfície total 85.21 m²

Paredes interiores de divisão de comércio / comércio



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
3 - SONODAN PLUS AUTOADESIVO®	4 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (9 cm)	9 cm
5 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
Espessura total:	27 cm

Comportamento térmico

$U: 0.56 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 289.31 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 241.31 kg/m²

Isolamento sonoro, $R_w(C; C_{tr})$: 50.6(-1; -5) dB

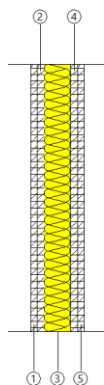
Calculado segundo o método de previsão gráfica

PS5 - Parede gesso cartonado + lã de rocha + gesso cartonado Superfície total 136.26 m²

Solução para paredes divisórias interiores, constituída por estrutura com perfis metálicos horizontais RAIA 90 e verticais MONTANTE

90, afastados a cada 400 mm, na qual são fixadas 2 camadas de placas Gyptec BA15A (STANDARD) em ambas as faces. Lã

Mineral no espaço de ar. Massas, bandas para juntas e acessórios de fixação. Superfícies prontas para acabamento final de pintura ou decoração.



Listagem de camadas:

1 - Placa de gesso cartonado	1.5 cm
2 - Placa de gesso cartonado	1.5 cm
3 - LÃ MINERAL DE ROCHA - SMART ACOUSTIK 7	6 cm
4 - Placa de gesso cartonado	1.5 cm
5 - Placa de gesso cartonado	1.5 cm
Espessura total:	12 cm

Comportamento térmico

$U: 0.50 \text{ W/(m}^2 \cdot ^\circ\text{C)}$

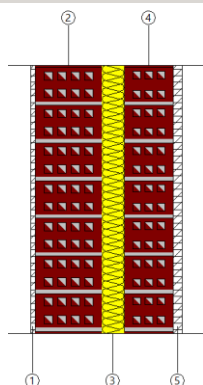
Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 42.00 kg/m²

Isolamento sonoro por ensaio, $R_w(C; C_{tr})$: 52.0(-1; -3) dB

Referência do ensaio: Itecons ACU201/12

PS6 - Parede interior tijolo 15 + Isolamento acustico lâ de rocha + Tijolo 15

Superfície total 7.06 m²



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15 cm
3 - Lã de rocha (MW)	5 cm
4 - Tijolo cerâmico furado (11 cm)	11 cm
5 - Estuque de gesso ou areia	2 cm
Espessura total:	34 cm

Comportamento térmico

U: 0.45 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 269.31 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 218.81 kg/m²

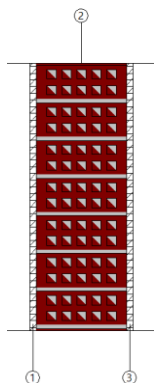
Isolamento sonoro por ensaio, R_w(C; C_{tr}): 60.0(-1; -3) dB

Referência do ensaio: acu201/12

Psem req

Superfície total 523.51 m²

Paredes interiores sem requisito acústico



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (20 cm)	20 cm
3 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
Espessura total:	23 cm

Comportamento térmico

U: 1.22 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 193.60 kg/m²

Massa superficial do elemento base: 145.60 kg/m²

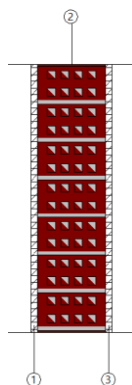
Isolamento sonoro, R_w(C; C_{tr}): 42.6(-1; -3) dB

Calculado segundo o método de previsão gráfica

Psem req2

Superfície total 928.95 m²

Paredes interiores sem requisito acústico



Listagem de camadas:

1 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
2 - Tijolo cerâmico furado (15 cm)	15 cm
3 - Estuque de gesso ou areia	1.5 cm
Espessura total:	18 cm

Comportamento térmico

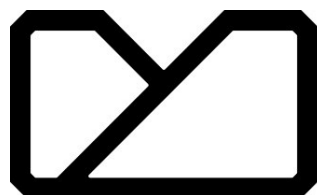
U: 1.46 W/(m².°C)

Comportamento acústico (RRAE) Massa superficial: 170.51 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



**MY
PROJECT**

BY CASA GOMES

Rua Coronel Oliveira Verdades Miranda, N.15
2330-192 Entroncamento
PORTUGAL
Telf: +351 249 726 443
geral@myproject.com.pt