



ENGENHARIA DE VIBRAÇÃO E RUÍDO

## MAPA MUNICIPAL DE RUÍDO DE BRAGA, NO ÂMBITO DA REVISÃO DO PLANO DIRETOR MUNICIPAL

### MEMÓRIA DESCRITIVA

DivisãoAmbienteExt  
eriorDivisãoAmbient  
eExteriorDivisãoAm  
bienteExteriorDivisã  
oAmbienteExteriorD  
ivisãoAmbienteExter  
iorDivisãoAmbienteE  
xteriorDivisãoAmbie  
nteExteriorDivisãoA  
mbienteExteriorDivi  
sãoAmbienteExterio  
rDivisãoAmbienteExt  
eriorDivisãoAmbient  
eExteriorDivisãoAm  
bienteExteriorDivisã  
oAmbienteExteriorD

**RELATÓRIO:** 2022-ADJ088-R01V03-RDL.DOCX

**CLIENTE:** MUNICÍPIO DE BRAGA

**DATA:** 2023-09-07

SCHIU PT – Engenharia de Vibração e Ruído Lda.

Avenida Villae de Milreu, Bloco E, Loja E, Estoi

8005-466 Faro – Portugal

NIF: 513 583 882

W.: [www.schiu.pt](http://www.schiu.pt)

M.: +351 966 377 750

E: [rui.schiu@gmail.com](mailto:rui.schiu@gmail.com)

Versão B	Revisão 2	RDL	07-09-2023
Versão A	Revisão 1	RDL	30-05-2023
Versão 0	Original	RDL	18-05-2023
<b>Revisão</b>	<b>Designação</b>	<b>Assinatura</b>	<b>Data</b>

## Autoria Técnica

O Município de Braga solicitou à SCHIU a elaboração do Mapa Municipal de Ruído do Concelho de Braga, sendo o desenvolvimento do presente relatório da responsabilidade da SCHIU.

As medições acústicas experimentais foram efetuadas pelo laboratório de ensaios Sonometria Laboratório, com acreditação IPAC-L0535, entidade acreditada como Laboratório de Ensaios, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2018, pelo Instituto Português de Acreditação.

A equipa técnica responsável pela execução do presente relatório e pela execução das medições experimentais creditas para validação do modelo de simulação acústica, foi:

TÉCNICO	FUNÇÃO/ESPECIALIDADE A ASSEGURAR	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Rui Leonardo	Medições de Ruído Coordenação geral, análise de resultados e elaboração de Relatório	Mestre em Eng. do Ambiente Técnico de Medições do Laboratório Sonometria
Vitor Rosão	Coordenação geral, análise de resultados e elaboração de Relatório	Diretor Técnico do Laboratório Sonometria Doutor em Acústica Ambiental

O presente estudo foi elaborado de acordo com a legislação aplicável em vigor e pretende dar cumprimento ao definido no Decreto-Lei 9/2007, de 17 de janeiro, e no Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº136-A/2019, de 6 de setembro, relativamente à elaboração de mapas de ruído.

Faro, 07 de setembro de 2023

Verificado e Aprovado por:



(Rui Leonardo)  
| Eng. do Ambiente |

## Índice

1 Introdução .....	6
1.1 Identificação do Local em Estudo .....	7
1.2 Antecedentes.....	8
1.3 Enquadramento Legal.....	8
1.4 Metodologia .....	14
2 Principais Fontes de Ruído .....	17
2.1 Tráfego Rodoviário .....	19
2.2 Tráfego Ferroviário .....	26
3 Modelo de Simulação .....	30
3.1 Modelo 3D e métodos .....	30
3.2 Parâmetros de cálculo e de apresentação .....	31
3.3 Validação de longa duração .....	33
4 Mapas de Ruído .....	36
5 Classificação acústica e mapas de conflitos .....	36
6 Conclusões.....	40
Bibliografia.....	41

## Apêndices

- A1. Mapa de Ruído Atual para o indicador  $L_{den}$
- A2. Mapa de Ruído Atual para o indicador  $L_n$
- A3. Mapa de Ruído Futuro para o indicador  $L_{den}$
- A4. Mapa de Ruído Futuro para o indicador  $L_n$
- A5. Mapa de conflitos para a Situação Atual
- A6. Mapa de conflitos para a Situação Futura
- A7. Certificado de Acreditação do Laboratório

## Índice de Quadros

Quadro 1 – Dados de tráfego rodoviário considerados na modelação (situação atual) .....	22
Quadro 2 – Dados de tráfego ferroviário considerados na modelação – situação atual .....	27
Quadro 3 – Metodologia de ensaio para caracterização das fontes sonoras modeladas .....	28
Quadro 4 – Características de emissão sonora das fontes fixas modeladas .....	28
Quadro 5 – Configurações de cálculo utilizados na modelação.....	32
Quadro 6 – Metodologia de ensaio para caracterização das fontes sonoras modeladas .....	33
Quadro 7 – Validação do modelo: comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos [dB(A)].....	34

## Índice de Figuras

Figura 1 – Relação de cores para as classes de níveis sonoros (Fonte: APA, Diretrizes 2022) .....	32
---	----

## 1 Introdução

O ruído é uma das principais causas de importunação das populações das sociedades tecnologicamente mais desenvolvidas, podendo ser causador de várias perturbações fisiológicas, temporárias ou permanentes, e psicológicas associadas a situações de *stress* e cansaço.

O mapa de ruído é uma representação geográfica dos níveis de exposição a ruído ambiente exterior, onde se visualizam as zonas às quais correspondem determinadas classes de valores de ruído expressos na unidade designada por “decibel A”, abreviadamente dB(A).

O mapa municipal de ruído resulta do contributo das principais fontes de ruído antrópicas, num município: a rede rodoviária principal, rede ferroviária, se existentes aeroportos ou aeródromos, zonas industriais ou outras fontes relevantes. A representação gráfica em cartas, que representam áreas por classes de níveis sonoros, normalmente de 5 em 5 dB(A), expressas pelo indicador  $L_{den}$  (nível sonoro médio de longa duração associado ao incómodo no período das 24 horas do dia) e pelo indicador  $L_n$  (nível sonoro médio de longa duração associado ao incómodo no período noturno, das 23h00 às 7h00). O mapa de ruído é constituído por duas peças desenhadas distintas, uma para o indicador  $L_{den}$  e outra para o indicador  $L_n$ .

O conhecimento dos níveis de exposição ao ruído ambiente exterior a que a população está sujeita, é essencial para o planeamento que se inicia com a classificação e delimitação das zonas sensíveis e mistas, e com a respetiva disciplina prevista nos instrumentos de planeamento municipal, crucial para a adequação dos usos do solo numa vertente preventiva e, quando esta já não é viável pela ocupação já consolidada do uso do solo, numa vertente corretiva para resolver os problemas de ruído existentes.

O mapa de ruído surge como um instrumento de apoio a decisões sobre planeamento e ordenamento do território, permitindo identificar as principais fontes de ruído e as zonas onde existe maior ou menor perturbação sonora.

Os mapas de ruído à escala municipal permitem apoiar decisões estratégicas de ordenamento, no decorrer da preparação dos respetivos planos de ordenamento, pois fornecem uma visão acústica abrangente do território, identificam, quantificam e permitem visualizar a área de

influência acústica das principais fontes de ruído, caraterizar o território por requisitos de qualidade do ambiente acústico, e identificar situações prioritárias de controlo e redução de ruído.

O presente estudo refere-se à elaboração do Mapa Municipal de Ruído do concelho de Braga, para articulação com o respetivo Plano Diretor Municipal (PDM), e tem o objetivo fornecer informação sobre os níveis sonoros existentes, identificar as zonas críticas com ultrapassagem dos níveis sonoros regulamentares, identificar as áreas de eventual necessidade de ação prioritária na gestão e redução de ruído, e apoiar a definição de zonas sensíveis ou mistas, através da elaboração de mapas de conflitos associados.

## 1.1 Identificação do Local em Estudo

O concelho de Braga localiza-se no norte de Portugal, sendo a cidade capital de distrito e sede da Grande Área Metropolitana do Minho. Insere-se na Região Norte (NUT II) e no Cávado (NUT III) e tem um total de 193324 cidadãos residentes, segundo os resultados definitivos dos Censos 2021.

O concelho é limitado a Norte pelo rio Cávado, a Nascente pela Serra dos Carvalhos, e a Sul pela Serra dos Picos. Geograficamente o concelho de Braga é limitado pelos concelhos de Amares (norte), Póvoa de Lanhoso (leste), Guimarães (sueste), Vila Nova de Famalicão (sul), Barcelos (oeste) e Vila Verde (noroeste).

O concelho de Braga abrange uma área de 183,4 km<sup>2</sup> e está dividido em 37 freguesias: Adaúfe; Arentim e Cunha; Braga (Maximinos, Sé e Cidade); Braga (São José de São Lázaro e São João do Souto); Braga (São Vicente); Braga (São Vítor); Cabreiros e Passos (São Julião); Celeirós, Aveleda e Vimieiro; Crespos e Pousada; Escudeiros e Penso (Santo Estêvão e São Vicente); Espinho; Esporões; Este (São Pedro e São Mamede); Ferreiros e Gondizalves; Figueiredo; Gualtar; Guisande e Oliveira (São Pedro); Lamas; Lomar e Arcos; Merelim (São Paio); Panoias e Parada de Tibães; Merelim (São Pedro) e Frossos; Mire de Tibães; Morreira e Trandeiras; Nogueira; Fraião e Lamações; Nogueiró e Tenões; Padim da Graça; Palmeira; Pedralva; Priscos; Real, Dume e Semelhe; Ruilhe; Santa Lucrécia de Algeriz e Navarra; Sequeira; Sobreposta; Tadim; Tebosa; Vilaça e Fradelos.

## 1.2 Antecedentes

O concelho de Braga já possui um mapa municipal de ruído elaborado em 2012, pelo que o presente Mapa Municipal de Ruído corresponde primeira atualização, e é realizada no âmbito do processo de revisão do Plano Diretor Municipal (PDM).

## 1.3 Enquadramento Legal

A prevenção e controlo do ruído em Portugal não é uma preocupação recente, tendo já sido contemplada na Lei de Bases do Ambiente, de 1987. Atualmente com o intuito de salvaguardar a saúde humana e o bem-estar das populações, está em vigor o Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

O controlo de ruído é complementado pelas disposições previstas no Regime de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (RAGRA), estabelecido no Decreto-Lei n.º 136-A/2019, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) 2015/996, da Comissão, que procede à alteração da Diretiva 2002/49/CE (Decreto-Lei n.º 146/2006), estabelecendo métodos comuns de avaliação do ruído.

O presente Estudo enquadra-se no estabelecido nos artigos 6º e 7.º do Capítulo II do Regulamento Geral de Ruído (RGR), que se transcrevem:

### **Artigo 6º – Planos municipais de ordenamento do território**

*“1 — Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas.*

*2 — Compete aos municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.*

*3 — A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas é realizada na elaboração de novos planos e implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor.*



4 — Os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, a ocupação dos solos com usos suscetíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programadas.”

### **Artigo 7º – Mapas de Ruído**

“1 – As câmaras municipais elaboram mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos diretores municipais e dos planos de urbanização.

2 – As câmaras municipais elaboram relatórios sobre recolha de dados acústicos para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos de pormenor, sem prejuízo de poderem elaborar mapas de ruído sempre que tal se justifique.

3 – Excetuam-se do disposto nos números anteriores os planos de urbanização e os planos de pormenor referentes a zonas exclusivamente industriais.

4 – A elaboração dos mapas de ruído tem em conta a informação acústica adequada, nomeadamente a obtida por técnicas de modelação apropriadas ou por recolha de dados acústicos realizada de acordo com técnicas de medição normalizadas.

5 – Os mapas de ruído são elaborados para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$  reportados a uma altura de 4 m acima do solo.”

Em seguida transcrevem-se algumas definições julgadas relevantes do RGR (Decreto-Lei 9/2007), constantes no Artigo 3.º - Definições, assim como os valores limite de exposição constantes no Artigo 11.º - Valores limite de exposição e o Artigo 8º - Planos municipais de redução de ruído e Artigo 12.º - Controlo prévio das operações urbanísticas:

### **Artigo 3.º – Definições**

“Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por: (...)

a) «Atividade ruidosa permanente» a atividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de

estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços;

d) «Fonte de ruído» a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;

i) «Indicador de ruído» o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;

j) «Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ )» o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

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

l) «Indicador de ruído diurno ( $L_d$ ) ou ( $L_{day}$ )» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

m) «Indicador de ruído do entardecer ( $L_e$ ) ou ( $L_{evening}$ )» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

n) «Indicador de ruído noturno ( $L_n$ ) ou ( $L_{night}$ )» o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano;

o) «Mapa de ruído» o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);

p) «Período de referência» o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

i) Período diurno — das 7 às 20 horas;

ii) Período do entardecer — das 20 às 23 horas;

iii) Período noturno — das 23 às 7 horas;

q) «Recetor sensível» o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com

*utilização humana;*

*s) «Ruído ambiente» o ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado;*

*t) «Ruído particular» o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;*

*u) «Ruído residual» o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;*

*v) «Zona mista» a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;*

*x) «Zona sensível» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, 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;*

*z) «Zona urbana consolidada» a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.*

#### **Artigo 8.º – Planos municipais de redução de ruído**

*1 – As zonas sensíveis ou mistas com ocupação expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores limite fixados no artigo 11.º devem ser objeto de planos municipais de redução de ruído, cuja elaboração é da responsabilidade das câmaras municipais.*

*2 – Os planos municipais de redução de ruído devem ser executados num prazo máximo de dois anos contados a partir da data de entrada em vigor do presente Regulamento, podendo contemplar o faseamento de medidas, considerando prioritárias as referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11.º.*

3 – Os planos municipais de redução do ruído vinculam as entidades públicas e os particulares, sendo aprovados pela assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal.

4 – A gestão dos problemas e efeitos do ruído, incluindo a redução de ruído, em municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km<sup>2</sup> é assegurada através de planos de ação, nos termos do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.

5 – Na elaboração dos planos municipais de redução de ruído, são consultadas as entidades públicas e privadas que possam vir a ser indicadas como responsáveis pela execução dos planos municipais de redução de ruído.

### **Artigo 11º – Valores limite de exposição**

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

- a) 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 *Ln*.
- b) 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 *Ln*;
- c) As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infraestrutura de transporte 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 *Ln*;
- d) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte aéreo, 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 *Ln*;
- e) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*.

2 — 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 fixados no presente artigo”; (...)

5 — Os municípios podem estabelecer, em espaços delimitados de zonas sensíveis ou mistas, designadamente em centros históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos fixados nas alíneas a) e b) do n.º 1.

### **Artigo 12.º - Controlo prévio das operações urbanísticas**

“1— O cumprimento dos valores limite fixados no artigo anterior é verificado no âmbito do procedimento de avaliação de impacte ambiental, sempre que a operação urbanística esteja sujeita ao respetivo regime jurídico.

2— O cumprimento dos valores limite fixados no artigo anterior relativamente às operações urbanísticas não sujeitas a procedimento de avaliação de impacte ambiental é verificado no âmbito dos procedimentos previstos no regime jurídico de urbanização e da edificação, devendo o interessado apresentar os documentos identificados na Portaria n.º 1110/2001, de 19 de setembro.

3— Ao projeto acústico, também designado por projeto de condicionamento acústico, aplica-se o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de maio.

4— Às operações urbanísticas previstas no n.º 2 do presente artigo, quando promovidas pela administração pública, é aplicável o artigo 7.º do Decreto-Lei n.º 555/99, de 16 de Dezembro, competindo à comissão de coordenação e desenvolvimento regional territorialmente competente verificar o cumprimento dos valores limite fixados no artigo anterior, bem como emitir parecer sobre o extrato de mapa de ruído ou, na sua ausência, sobre o relatório de recolha de dados acústicos ou sobre o projeto acústico, apresentados nos termos da Portaria n.º 1110/2001, de 19 de Setembro.

5— A utilização ou alteração da utilização de edifícios e suas frações está sujeita à verificação do cumprimento do projeto acústico a efetuar pela câmara municipal, no âmbito do respetivo

*procedimento de licença ou autorização da utilização, podendo a câmara, para o efeito, exigir a realização de ensaios acústicos.*

*6— É interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite fixados no artigo anterior.*

*7— Excetuam-se do disposto no número anterior os novos edifícios habitacionais em zonas urbanas consolidadas, desde que essa zona:*

*a) Seja abrangida por um plano municipal de redução de ruído; ou*

*b) Não exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo anterior e que o projeto acústico considere valores do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado,  $D_{2m,n,w}$ , superiores em 3 dB aos valores constantes da alínea a) do n.º 1 do artigo 5.º do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de Maio.”*

## 1.4 Metodologia

A regulação da produção de ruído ambiente em Portugal é estabelecida pelo Regulamento Geral do Ruído (RGR), que visa a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações. O controlo de ruído é complementado pelas disposições previstas no Regime de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (RAGRA), estabelecido no Decreto-Lei n.º 136-A/2019, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) 2015/996, da Comissão, que estabelece métodos comuns de avaliação do ruído.

Para a realização deste Estudo foram seguidas, em especial, as recomendações do documento da Agência Portuguesa do Ambiente – “*Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído - Métodos CNOSSOS-EU (2022), de 2020*, doravante designado apenas por diretrizes MR-APA.

Foram também tidos em conta os seguintes documentos de referência:

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*. 2011.

- Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído (maio de 2023).
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) – *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure (Version 2)*. 2007.
- European Commission – *Research for a Quieter Europe 2020*.

**Medição de Ruído Ambiente e Caracterização fontes fixas** – Laboratório de Acústica Sonometria com acreditação IPAC – L0535, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2018, pelo Instituto Português de Acreditação:

- NP ISO 1996-1:2019 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de Avaliação*.
- NP ISO 1996-2:2019 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*.

#### **Modelação das Fontes Sonoras:**

- Tráfego Rodoviário, ferroviário e indústrias: *Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU)*, Diretiva (UE) 2015/996 e transposta pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.

#### **Legislação:**

- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
- Diário da República Portuguesa – Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 84-A/2022, de 9 de dezembro

- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão, de 19 de maio de 2015.

O processo de elaboração de mapas de ruído através de modelos de previsão pode ser dividido em cinco fases distintas:

1. Definição da "área do mapa" e "área de estudo" com influência acústica na área do Plano;
2. Aquisição de dados (cartográficos, fontes sonoras, medições de ruído);
3. Desenvolvimento de modelo de simulação acústica;
4. Validação do modelo de simulação;
5. Cálculo dos mapas de ruído para os vários indicadores de ruído;
6. Cálculo de mapas de conflitos acústicos em função do zonamento acústico proposto.

Nestas circunstâncias foi efetuado trabalho de campo, cujos principais objetivos foram:

- Identificação e caracterização das principais fontes de ruído com influência na área do Plano: no caso constatou-se que apenas o tráfego rodoviário e ferroviário são as principais fontes de ruído relevante, à escala do concelho;
- Realização de medições acústicas experimentais (acreditação IPAC – L0535), por amostragem nos 3 períodos de referência, junto de principais fontes de ruído modeladas;
- Realização de medições acústicas contínuas com duração de pelo menos 48 horas, para validação do modelo.

Foi também desenvolvido trabalho de escritório com os seguintes objetivos:

- Obtenção de dados administrativos associados às principais fontes de ruído;
- Tratamento dos dados obtidos no trabalho de campo;
- Reflexão sobre as características de longa duração;
- Produção dos Mapas de Ruído;
- Produção de mapas de conflitos para a proposta de zonamento;
- Análise e apresentação dos resultados obtidos.



## 2 Principais Fontes de Ruído

O documento *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído* (APA) estabelece, que os mapas de ruído para articulação com o PDM devem incluir, pelo menos, as seguintes fontes, sem prejuízo de se poderem incluir outras em função da correspondente hierarquização de importância face à densidade e proximidade de recetores sensíveis:

- rodovias cujo Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) ultrapasse 8 000 veículos;
- ferrovias, incluindo as linhas da rede principal e complementar, o metropolitano de superfície, com 30 000 ou mais passagens de comboios por ano;
- todos os aeroportos e aeródromos;
- as fontes fixas (com emissão sonora relevante) abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição.

De acordo com a informação disponível no site da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), no concelho de Braga, existem 33 projetos alvo de procedimento de Avaliação de Impacte Ambiental, que se indicam em seguida:

- Projeto de Melhoria Contínua da Unidade de Gestão de Resíduos da Ambimed em Braga;
- Ampliação da Pedreira n.º 5816 - Moinho de Vento n.º 4;
- ETAR de Vale do Este;
- Ampliação da Pedreira n.º 5816 - Moinho de Vento n.º 4;
- Ampliação da FEHST;
- LINHA Pedralva – “Vila Fria B” a 400 kV;
- LINHA VIEIRA DO MINHO - PEDRALVA 2, A 400 kV E DESVIO DA LINHA FRADES - CANIÇADA, A 150 kV;
- Linha aérea a 400 kV, Vieira do Minho, Pedralva 1;
- Modificação das Linhas Aéreas a 150 kV, Vila Nova-Riba de Ave, Frades-Pedralva, Oleiros-Pedralva2 e Ramal da Linha 150 kV, Vila Nova-Riba de Ave Pedralva;
- Ligação Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto - Vigo. Lote 1B- Troço Braga / Valença;

- Ligação Ferroviária de Alta Velocidade entre Porto-Vigo - Lote 1B - Troço Braga/Valença;
- Projecto do Espaço Comercial E. Leclerc Braga;
- Projecto de Regularização, Renaturalização e Ordenamento do Rio Este entre a Av. Bartolomeu dos Mártires e Ponte Pedrinha - Braga;
- Projecto de Ampliação e Remodelação da ETAR de Frossos;
- Estudo de Impacte Ambiental do Projecto de Regularização, Renaturalização e Ordenamento da Zona Ribeirinha do Rio Este;
- Conjunto Comercial Dolce Vita Braga;
- Projecto do Conjunto Comercial Espaço Braga;
- Ampliação da Pedreira n.º 4213, denominada "Bouça de Lagido";
- Ampliação do Estabelecimento Industrial Navarra;
- Pedreira n.º 4816 Monte Soeiro;
- Conjunto Comercial Fórum Theatrum de Braga;
- Ampliação da Pedreira n.º 5722 denominada "Bouça do Crasto";
- Subestação de Pedralva 400/150/60 kV;
- Ampliação da Pedreira Moinho de Vento n.º 4;
- Variante à EN 103 em Gualtar;
- Ramal, em Linha Dupla, da Linha Vila Nova - Riba D'Ave para a Subestação de Oleiros, a 150 kV;
- Concessão Norte A11/IP9 Sublanços  
Guimarães/Vizela/Felgueiras/Lousada(IC25)/EN15/IP4/A4;
- A11/IC14 Esposende - Barcelos - Braga: Sublanços Barcelos - Braga Oeste (A3) - Braga (Ferreiros)
- Ramal de Braga: Projecto de Remodelação do Troço Nine - Braga (Estudo Prévio);
- A11 / IP9 Sublanço Celeirós - Guimarães Oeste Projecto de Execução Relatório de Impacte Ambiental e Medidas de Minimização;
- A11/ IP9 Braga - Guimarães - IP4/A4 Sublanços Braga Sul (A3) - Celeirós - Guimarães Oeste;

- Projecto de Gás Natural Troço Braga/Tuy, Atravessamento do Rio Minho (nº 465) Reformulação;
- Pedreira e Oficina de Britagem - Inerminho, Inertes do Minho Lda. (Nº. 348);

De acordo com respetivos Estudos de Impacte Ambiental e RECAPE, com exceção as infraestruturas de transporte (rodovias e ferrovia) e das pedreiras, a emissão de ruído para exterior é pouco significativa, sem significância à escala do concelho.

De referir ainda a existência do Aeródromo de Braga, no entanto, esta infraestrutura não possui tráfego aéreo regular de aeronaves, sendo essencialmente utilizado por escolas de paraquedismo: Associação de Paraquedistas do Minho, Skydive Porto, Skydive Braga e Sky Fun Center.

Atendendo à inexistência de voos regulares e sendo utilizado maioritariamente por aeronaves de pequeno porte (reduzida emissão sonora), a emissão de ruído deste equipamento à escala de trabalho do PDM, a que se refere o presente mapa, considera-se ter pouco significado, pelo que não foi considerado na modelação.

Assim, de acordo com o trabalho de campo realizado, considera-se que o ambiente sonoro atual, à escala do concelho (âmbito do PDM), é influenciado pelo ruído do tráfego rodoviário, ferroviário e industrial (pedreiras e indústrias).

Nos subcapítulos seguintes apresentam-se detalhadamente as fontes sonoras com influência na área do concelho.

## 2.1 Tráfego Rodoviário

O concelho de Braga é atravessado pelas autoestradas A3/IP1 e Circular Sul de Braga, ambas subconcessão Brisa, pela autoestrada A11 da subconcessão Ascendi, e pelas estradas nacionais EN14, EN101 e EN103 geridas pela Infraestruturas de Portugal, que estão identificadas como Grandes Infraestruturas de Transporte Rodoviário (GIT), com mais de 3 000 000 passagens/ano.

As referidas rodovias possuem Mapas Estratégicos de Ruído (MER), e com vista à minimização do ruído têm também sequentes *Planos de Ação*.

De acordo com os resultados dos Mapas Estratégicos de Ruído (MER), no concelho de Braga, de forma geral, os níveis de ruído na envolvente destas rodovias são superiores a 55 dB(A) para o indicador  $L_n$  e de 65 dB(A) o indicador  $L_{den}$ .

No presente estudo, o modelo de simulação acústica contempla a modelação da evolução do tráfego, quer as fontes sonoras relevantes localizadas no concelho, pelo que é expectável que os resultados (mapas de ruído) obtidos possam apresentar algumas divergências com os Mapas Estratégicos de Ruído, pois além de terem uma escala de trabalho e malha de cálculo diferentes, os mapas estratégicos apenas contemplam a modelação do ruído particular do tráfego das respetivas rodovias, enquanto o mapa municipal contempla o ruído cumulativo das principais fontes do concelho.

Para além das principais rodovias sob gestão e exploração das concessionárias rodoviárias, foram ainda consideradas rodovias com elevado volume de tráfego, sendo a gestão e exploração efetuada pelo Município de Braga. Os dados de tráfego das rodovias sob gestão municipal foram obtidos através de contagens presenciais e de contadores automáticos do Município, realizadas no ano 2018 e 2019.

Tendo como referência os dados de tráfego dos contadores de tráfego, com base no modelo linear do *Transportation Research Laboratory (TRL)*, no Modelo Nacional de Tráfego, nos dados das contagens de tráfego realizadas, foi calculado o tráfego médio diário anual para as principais rodovias com influência na área do Plano.

De referir que as contagens presenciais de tráfego foram realizadas em diferentes meses do ano, nos vários períodos do RGR e durante a realização das medições experimentais de ruído, nos pontos para validação do modelo. Dado que os resultados das várias medições de ruído (cujo tráfego foi a principal fonte de ruído relevante) não divergiram significativamente [ $\leq 2$  dB(A)], como definido no *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento*

*Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996, da APA], os resultados de ruído ambiente e o tráfego associado, podem ser considerado representativo da média anual.*

Dado que o tráfego médio diário anual fornecido pela Infraestruturas de Portugal (Modelo Nacional de Tráfego), apenas distingue veículos ligeiros e pesados, a distribuição pelas subclasses propostas no Decreto-Lei nº146-A/2019 (métodos europeus comuns de avaliação de ruído ambiente – CNOSSOS), que estabelece os métodos estabelecidos para previsão de ruído em Portugal, considerou-se a distribuição de 50% dos veículos pesados pelas categorias C2 e C3 do método CNOSSOS, conforme estabelecido no documento “*Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído - Métodos CNOSSOS-EU*” (2022).

Nas rodovias com contadores automáticos associados às portagens, a distribuição pelas classes do método CNOSSOS teve em consideração a equivalência às classes de portagens.

Nas rodovias foram considerados as várias velocidades legais de circulação, tendo os respetivos troços sido demarcados, em função da verificação do trabalho de campo realizado, sendo considerada a velocidade base das vias, restringidas à velocidade máxima de circulação imposta através de sinalização vertical e os limites definidos para o interior das localidades, devidamente sinalizadas.

No Quadro 1 apresentam-se os dados de tráfego médio diário anual fornecidos pelas concessionárias Brisa, Ascendi e Infraestruturas de Portugal S.A. e resultantes das contagens dos contadores automáticos do Município e realizados durante as medições para validação do modelo, utilizados na modelação da situação atual.

**Quadro 1 – Dados de tráfego rodoviário considerados na modelação (situação atual)**

Via	Sublanço	Tipo de Pavimento	Período diurno (7h-20h)				Período do entardecer (20h-23h)				Período noturno (23h-7h)				TMDA	Vel. Méd. (km/h)
			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4		
A3	Cruz - Braga Sul	CNS-01	15201	2325	906	34	1672	142	59	3	1014	156	97	2	21611	120 / 90
A3	Braga Sul) - Braga Oeste	CNS-01	6340	1201	642	17	679	75	42	2	394	87	76	1	9556	120 / 90
A3	Braga Oeste - EN201	CNS-01	5748	1019	607	16	664	75	39	2	365	84	67	1	8687	120 / 90
A3	Braga Sul - Celeirós (A11)	CNS-01	12383	1813	571	26	1341	104	28	3	813	117	47	1	17247	120 / 90
A3	Celeirós (A11) - EN14	CNS-01	20121	2793	734	36	2196	161	36	4	1279	174	52	1	27587	120 / 90
A11	EN14 - EN309	CNS-01	25008	951	61	185	2514	43	3	15	1497	103	4	9	30393	120 / 90
A11	EN309 - EN1011	CNS-01	28195	967	61	221	2943	40	3	20	1694	100	4	11	34259	120 / 90
A11	EN101- Circular Sul de Braga	CNS-01	31684	776	56	269	3534	27	3	27	1984	64	4	14	38442	120 / 90
A11	Barcelos - Braga Oeste (A3/A11)	CNS-01	<b>10085</b>	<b>1046</b>	202	29	1280	66	13	4	779	60	21	6	13591	120 / 90
A11	Braga Oeste (A3/A11) - Braga (Ferreiros)	CNS-01	<b>9892</b>	<b>969</b>	11	4	1272	66	11	7	765	62	20	6	13085	120 / 90
A11	Braga (Ferreiros) - Celeirós	CNS-01	22629	2711	716	48	184	184	40	7	1389	209	66	9	28192	120 / 90
A11	Celeirós - Guimarães Oeste	CNS-01	11476	1435	373	31	1455	96	9	5	641	110	36	8	15675	120 / 90
EN14 (CNB)	Braga (IC14) - Hospital de São Marcos	CNS-01	53231	1020	166	0	7120	38	16	0	4911	60	33	0	66595	90 / 70 / 50
EN14	Jesufrei - Celeirós	CNS-01	13206	633	103	0	1766	23	10	0	1218	38	20	0	17017	90 / 70 / 50
EN14	Celeirós - Braga (IC14)	CNS-01	4517	158	26	0	604	6	2	0	417	9	5	0	5744	90 / 70 / 50
EN14	Braga (IC14) - Ferreiros	CNS-01	6092	345	56	0	815	13	5	0	562	20	11	0	7919	90 / 70 / 50
EN(d)101	Santa Marta (EN205) - Dume (ER205-4)	CNS-01	15423	400	65	0	2432	15	7	0	1669	22	12	0	20045	90 / 70 / 50
EN101	Prado - Circular Norte de Braga	CNS-01	32035	635	103	0	5051	24	11	0	3466	35	19	0	41379	90 / 70 / 50
EN(d)101	EN309 - São Paio D'Arcos	CNS-01	4395	88	14	0	693	3	2	0	476	5	2	0	5678	90 / 70 / 50
EN101	São Paio D'Arcos - Caldelas	CNS-01	10384	384	63	0	1426	15	6	0	957	42	22	0	13299	90 / 70 / 50
EN103	Passos - Circular Norte de Braga	CNS-01	19576	556	90	0	2689	21	9	0	1805	60	33	0	24839	90 / 70 / 50
EN103	Circular Norte de Braga - Ferreiros	CNS-01	14688	389	63	0	2017	15	6	0	1354	42	23	0	18597	90 / 70 / 50
EN103	Ferreiros - Ferreiros Norte	CNS-01	23756	278	45	0	3263	10	5	0	2190	31	16	0	29594	90 / 70 / 50
EN103	Gualtar - Fojo	CNS-01	13595	373	61	0	1867	14	6	0	1253	41	22	0	17232	90 / 70 / 50
EN103	Fojo - Pinheiro	CNS-01	10617	317	52	0	1458	12	5	0	979	34	19	0	13493	90 / 70 / 50
EN103-2	EN103 - Guisande	CNS-01	2484	95	16	0	350	3	2	0	239	8	4	0	3201	90 / 70 / 50

Via	Sublanço	Tipo de Pavimento	Período diurno (7h-20h)				Período do entardecer (20h-23h)				Período noturno (23h-7h)				TMDA	Vel. Méd. (km/h)
			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4		
EN103-2	Hospital de São Marcos - EN309	CNS-01	3345	95	16	0	472	3	2	0	322	8	4	0	4267	90 / 70 / 50
EN201	Vila de Prado - Frossos	CNS-01	10515	98	16	0	1484	3	2	0	1011	8	4	0	13141	90 / 70 / 50
EN201	Frossos - Circular Norte de Braga	CNS-01	677	26	4	0	96	1	0	0	65	2	1	0	872	90 / 70 / 50
EN205-4	ER205 - EN101	CNS-01	2004	28	5	0	283	1	1	0	193	2	1	0	2518	90 / 70 / 50
ER205-4	EN101 - Lim.M.BRG	CNS-01	3760	107	18	0	531	4	2	0	361	8	5	0	4796	90 / 70 / 50
EN309	Lim.M.BRG - Nogueira (EN309)	CNS-01	1330	38	6	0	188	1	1	0	128	3	2	0	1697	90 / 70 / 50
EN309	Nogueira (EN309) - Hospital de São Marcos	CNS-01	3876	43	7	0	547	1	1	0	373	3	2	0	4853	90 / 70 / 50
EN309	Hospital de São Marcos - Lim.M.BRG	CNS-01	<b>1321</b>	38	6	0	<b>186</b>	1	1	0	<b>127</b>	3	2	0	1685	90 / 70 / 50
Av. Miguel Torga (entrada em Braga)		CNS-01	12447	2224	1324	85	2041	179	94	3	1078	58	44	2	19579	50
Av. Miguel Torga (saída de Braga)		CNS-01	11123	3942	1523	25	1755	372	124	2	1410	266	59	1	20602	50
Av. D. João II (sul / norte)		CNS-01	6760	680	428	123	971	56	17	14	346	8	6	9	9418	50
Av. D. João II (norte / sul)		CNS-01	7298	479	120	29	1375	59	9	8	348	5	2	1	9733	50
Av. Clermont Ferrand		CNS-01	11970	1174	586	1062	510	44	6	26	104	4	0	28	15514	50
Av. José Moreira (Hospital)		CNS-01	11084	486	374	634	432	4	2	22	1884	22	36	64	15044	50
Av. do Estádio		CNS-01	9474	1188	682	276	788	48	8	16	322	14	10	2	12828	50
Estrada EM-562 -Av. da Liberdade (Arentim)		CNS-01	1552	44	18	46	284	2	1	7	204	9	3	4	2174	50
Rua Maria Delfina Gomes		CNS-01	1489	98	3	31	151	0	0	0	85	0	0	0	1857	50
Av. Padre Julio Fragata (Av. D. Pedro V)		CNS-01	13040	3875	2503	263	3184	574	376	19	2006	125	49	5	26019	50
Av. Padre Julio Fragata (Bragaparque / R. Nova Sta. Cruz)		CNS-01	13097	4110	3081	208	3438	726	303	21	2061	162	59	10	27276	50
Av. de São Pedro (entrada em Braga)		CNS-01	5914	1180	481	77	464	89	40	24	515	88	56	17	8945	50
Av. de São Pedro (saída de Braga)		CNS-01	4771	520	251	372	1156	66	41	95	543	31	15	69	7930	50
Av. 31 Janeiro (Junto tunel Av. joao XXI)		CNS-01	7350	1032	766	137	1011	108	64	24	374	20	11	15	10912	50
Av. Francisco Salgado Zenha		CNS-01	10465	3284	2462	166	2747	580	242	17	1647	129	47	8	21794	50
Av. Frei Bartolomeu dos Mártires		CNS-01	10341	3073	1985	209	2525	455	298	15	1591	99	39	4	20634	50
Av. Dr. Porfirio da Silva		CNS-01	6773	11	2	28	1281	0	0	8	1024	0	0	5	9132	50
Av. Dr. António Palha		CNS-01	8242	1034	593	240	686	42	7	14	280	12	9	2	11161	50
Av. Ribert Smith		CNS-01	8247	830	522	150	1185	68	21	17	422	10	7	11	11490	50

Via	Sublanço	Tipo de Pavimento	Período diurno (7h-20h)				Período do entardecer (20h-23h)				Período noturno (23h-7h)				TMDA	Vel. Méd. (km/h)
			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4		
Av. Dr. Artur Soares		CNS-01	6763	51	2	123	972	4	0	14	346	0	0	9	8284	50
R. D. António Bento Martins Junior		CNS-01	6898	42	2	101	991	3	0	11	353	0	0	7	8408	50
Av. Clermont Ferrand		CNS-01	2180	519	140	47	498	96	15	8	73	18	8	6	3608	50
Av. José Moreira (Hospital)		CNS-01	1080	38	2	24	240	14	0	6	56	14	0	5	1479	50
Av. Padre Júlio Fragata		CNS-01	5952	887	239	80	3052	936	146	78	1328	66	29	4	12797	50
Rua Camilo Pessanha		CNS-01	1134	481	138	23	259	82	15	2	38	4	8	3	2187	50

CNS-01: Camada de desgaste em betão betuminoso de mistura tradicional – CNS-01 na nomenclatura CNOSSOS-EU



Para a situação decorrente do Plano foi ainda considerada a concretização dos Planos de Ação das rodovias, incluindo as barreiras acústicas previstas e pavimento menos ruidoso.

No caso do Plano de Ação: N 103 – Braga (IP1) – Rua do Caires; EN 103 – Este (S. Pedro) – ER 205; EN205 – Pinheiro – Póvoa de Lanhoso (ER310); ER205 – Barcelos – Prado (EN201); ER205 – Póvoa do Varzim (EN13) – Vía Seca (IC14); EN/ER205 – Sampaio – Amares; EN201 – Nó IP1 – Prado; EN201 – Prado – Sandarão, prevê a implementação de pavimento menos ruidoso em 25 secções.

Na modelação da situação prospetiva, considerou-se ainda a reformulação do Nó de Infias.

Tendo em consideração a prospetiva da Infraestruturas de Portugal (Modelo Nacional de Tráfego) e da Concessionária Ascendi, para a situação decorrente (horizonte 10 anos), prevê-se o crescimento no fator de 1,42 do volume do tráfego atual, valor que foi considerado na modelação da situação decorrente do Plano (volumes de tráfego do Quadro 1 multiplicados pelo fator 1,42.

As características específicas do tráfego rodoviário, nomeadamente a grande variação dos níveis de emissão sonora dos diferentes eventos singulares (passagem de um único veículo), face a uma grande variação do comportamento dos condutores (maior/menor velocidade, maior/menor aceleração) e face a uma grande variação das características dos veículos, fazem com que seja difícil efetuar *in situ* uma caracterização representativa da emissão sonora média dos veículos do mesmo tipo, razão pela qual é usual considerar a emissão sonora da base de dados CNOSSOS incorporada no do *software* e efetuar uma validação das previsões de  $L_{Aeq}$  para uma parametrização idêntica à registada *in situ*, verificando se é necessária alguma correção ao modelo.

A potência sonora das rodovias foi obtida intrinsecamente pelo *software*, com base nos dados de tráfego estabelecidos no Quadro 1 e na base de dados do método CNOSSOS (método recomendado pelo Decreto-Lei nº136-A/2019, que transpõe a Diretiva (UE) 2015/996), que altera e republicado pelo Decreto-Lei nº 146/2006, de 31 de julho (que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE). Foram ainda consideradas as seguintes configurações:

- Fluxo de tráfego: considerando em termos médios, os reduzidos congestionamentos de tráfego em causa, a plena via foi modelada considerando um fluxo fluido contínuo,

excetuando os locais de semáforos onde foi efetuada a respetiva configuração.

- Pavimento: as rodovias modeladas apresentavam, de forma geral, piso regular como pavimento betuminoso normal. No caso dos locais com pavimento menos ruidosos, verificou-se que o mesmo se apresentava ligeiramente texturado, pelo que dada a perda e eficácia, considerou-se equivalente ao pavimento betuminoso regular. De notar que a existência de pequenas singularidades ao nível de pavimento, nomeadamente degradação pontualmente localizada da via, ou pequenas descontinuidades como calçada nas passeadeiras, na modelação à escala municipal podem ser consideradas desprezáveis.

## 2.2 Tráfego Ferroviário

O concelho de Braga é atravessado pelo Ramal de Braga (com ligação à Linha do Minho), que atualmente é servida por comboios Urbanos e Intercidades e Alfa Pendular. O tráfego de mercadorias, com destino ao

Contrariamente ao que acontece para o tráfego rodoviário, existe, para o tráfego ferroviário, uma significativa constância dos diferentes eventos singulares (passagem de um único comboio), razão pela qual é viável e usual efetuar *in situ* uma caracterização da emissão sonora desses eventos e introduzir esses valores na base de dados do software.

No Quadro 2 apresentam-se as características consideradas na modelação da ferrovia, obtidas através da informação disponibilizada pela CP – Comboios de Portugal, e pela Infraestruturas de Portugal SA, e pelo trabalho de campo efetuado.

Na modelação foi considerado o perfil longitudinal da velocidade de circulação na ferrovia, ainda que no quadro seguinte se apresente apenas a velocidade máxima dos sublanços. A velocidade máxima imposta pelo material circulante varia entre os 120 km/h e os 220 km/h, no entanto a velocidade máxima imposta pela infraestrutura / sinalização é de 120 km/h para os comboios de passageiros, variando a velocidade programada (real) ao longo do percurso em função do tipo comboio e para paragem nas estações.

O tráfego de comboios de mercadorias entre a estação de Nine e o Terminal de Tadim é muito esporádico, inferior a 1 comboio por semana. Para os comboios de mercadorias a velocidade máxima imposta pelo material circulante e imposta pela infraestrutura / sinalização é 100 km/h, sendo a velocidade programada inferior em função do tipo de comboio e para paragens nas estações.

**Quadro 2 – Dados de tráfego ferroviário considerados na modelação – situação atual**

Troço	Tipo de comboio	Operador	Material Circulante	Cumprimento médio (m)	Velocidade máxima programada (km/h)	N.º total de circulações		
						Dia	Entardecer	Noite
Ramal de Braga	Alfa pendular	CP Longo Curso	CPA 4000	159	120 / 45	6	2	1
Ramal de Braga	Urbano / Suburbano	CP Porto	UME3400	67	120 / 45	39	6	8
Ramal de Braga	Intercidades	CP Longo Curso	LOC 5600	167	120 / 45	3	0	2
Ramal de Braga / Terminal de Tadim	Nacionais Completo - Multicliente	Medway	LOC 4700 / LOC 6000	420	110	1.4	0	0
Ramal de Braga / Terminal de Tadim	Nacionais Bloco - Areia	Medway	LOC 4700	210	110	0.6	0	0

Ao contrário do tráfego rodoviário o tráfego ferroviário apresenta uma evolução relativamente constante, dado que a procura é também relativamente constante, pelo que se considerou adequado modelar a situação futura com o mesmo volume de tráfego.

## 2.3 Fontes Fixas

De acordo com o trabalho de campo realizado e a informação obtida junto do Município, as fontes fixas de ruído que revelam significância em termos de emissão de ruído para o exterior, no concelho existem algumas atividades industriais maioritariamente localizadas nas zonas industriais e pedreiras.

As medições para caracterização das fontes fixas foram efetuadas pelo laboratório de ensaios Sonometria Laboratório, com acreditação IPAC-L0535, entidade acreditada como Laboratório de

Ensaio, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005, pelo Instituto Português de Acreditação. Na realização das medições dos níveis sonoros foi seguido o descrito nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2019), e no Guia de Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente. A caracterização experimental foram realizados os seguintes ensaios acreditados.

**Quadro 3 – Metodologia de ensaio para caracterização das fontes sonoras modeladas**

Nº	Ensaio	Método de Ensaio
7	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 SPT_08_RAMB_Lden_07: 27-10-2014
9	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 SPT_09_RAMB_Leq_03:15-01-2015

De acordo com a caracterização efetuada, tendo em conta as características de sazonalidade, e as recomendações do *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure -Versão 2*, as indústrias foram modeladas com as potências sonoras obtidas nas medições.

De acordo com a caracterização efetuada, tendo as recomendações do *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure -Versão 2*, indicam-se no Quadro 4 as características de modelação desta fonte industrial.

**Quadro 4 – Características de emissão sonora das fontes fixas modeladas**

Designação da Atividade	Nível de Potência Sonora [dB(A)/m²]			Tipo de fonte	Operação (horas)
	Diurno	Entardecer	Noturno		
Pedreira Montariol	77	0	0	Fonte horizontal em área	Diurno: 8
Pedreira Moinho de Vento	76	0	0	Fonte horizontal em área	Diurno: 8
Pedreira "Bouça de Lagido"	76	0	0	Fonte horizontal em área	Diurno: 8
Pedreira nº 4816 Monte Soeiro	77	0	0	Fonte horizontal em área	Diurno: 8
Pedreira Bouça do Crasto	76	0	0	Fonte horizontal em área	Diurno: 8
Terminal Ferroviário de Tadim	68	0	0	Fonte horizontal em área	Diurno: 8
Parque Industrial de Celeirós	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Sequeira	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h

Designação da Atividade	Nível de Potência Sonora [dB(A)/m²]			Tipo de fonte	Operação (horas)
	Diurno	Entardecer	Noturno		
Parque Industrial de Lomar	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Frossos	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Este S. Mamede	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Pitancinhos	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Adaúfe	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Padim da Graça	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Comercial de Vila Nova	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h
Parque Industrial de Dume	65	60	55	Fonte horizontal em área	24 h

Refere-se que no caso das áreas industriais atuais e propostas, atendendo que a generalidade das indústrias apresenta uma emissão sonora pouco significativa, mas que no conjunto tornam estas áreas relativamente ruidosas, considerou-se adequado modela-las seguindo as recomendações do documento *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*, considerando fontes em área conforme especificado no Quadro 4.

Relativamente à evolução das fontes sonoras nas áreas industriais, a emissão sonora neste território deve ser entendida como uma análise prospetiva, carecendo se necessário, em função das atividades que aí venham a instalar-se, de adequada monitorização para confirmação do real impacto no ambiente sonoro envolvente.

## 3 Modelo de Simulação

### 3.1 Modelo 3D e métodos

Para elaboração dos Mapas de Ruído, foi utilizado o *software CadnaA* desenvolvido pela *Datakustik* ([www.datakustik.de](http://www.datakustik.de)). Este *software* permite que, de forma rápida e eficaz, sejam determinados, mediante os métodos definidos pelo utilizador, todos os “caminhos sonoros” entre as diferentes fontes sonoras e os diferentes recetores, mesmo em zonas de orografia e/ou de obstáculos complexos, integrando, assim, os parâmetros com influência, nomeadamente a topografia, os obstáculos, o tipo de solo e as condições atmosféricas predominantes, e permitindo a análise individual dos níveis sonoros, mediante seleção de recetores específicos, ou a análise global, mediante a produção de mapas de ruído 2 D e 3D.

Os métodos utilizados no presente estudo, tendo em conta as principais fontes de ruído identificadas foi: CNOSSOS-EU.

Para a concretização do modelo 3D de simulação acústica, representativo da realidade no território, em termos de orografia, edificado, geolocalização e emissão sonora das fontes de ruído com emissão sonora para o exterior, relevante à escala do concelho (no âmbito da revisão do PDM), o *software* necessita que sejam introduzidos dados cartográficos 3D, nomeadamente:

- **Curvas de nível:**

O Município disponibilizou altimetria, com curvas de nível de 5 em 5 metros, de todo o território do concelho, o que cumpre os requisitos mínimos estabelecidos das diretrizes APA, que se transcrevem:

**“Escala de trabalho:** *Recomenda-se que a escala seja igual ou superior a: 1:25 000, para articulação com PDM, salvo nos municípios definidos como aglomerações...”*;

**“Equidistância de curvas de nível:** *Em consequência da escala de trabalho adotada, a equidistância de curvas de nível será: 10 metros, para cartografia a 1:25 000...”*.

- **Edifícios:**

O Município disponibilizou altimetria de parte do edificado. Nos edifícios sem informação altimétrica foi efetuada a contagem do número de pisos. Em acordo com diretrizes APA foi atribuída a altura de 4 metros no primeiro piso e 3 metros por piso nos restantes.

- **Fontes de Ruído – rodovias e ferrovias:**

O Município disponibilizou a planimetria do eixo das vias. As singularidades como viadutos e pontes foram validadas com o trabalho de campo.

### 3.2 Parâmetros de cálculo e de apresentação

Para simulação da propagação sonora, o *software* necessita que sejam introduzidos alguns dados complementares associados ao meio de propagação, ao algoritmo de cálculo e à forma de apresentação. De acordo com os dados específicos do presente estudo e com a experiência adquirida em outros estudos já desenvolvidos, e tendo por base as diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), afigurou-se adequado efetuar as seguintes atribuições aos parâmetros de cálculo, que se apresentam no Quadro 5.

**Quadro 5 – Configurações de cálculo utilizados na modelação**

<b>Geral</b>	Software	CadnaA – Versão BPM XL (2023)
	Máximo raio de busca	3000 metros
	Ordem de reflexão	2ª ordem
	Erro máximo definido para o cálculo	0 dB
	<b>Métodos/normas de cálculo:</b>	CNOSSOS-EU
	Absorção do solo	$\alpha = 0,3$ (Solos compactados densos (estradas de gravilha) $\alpha = 0,0$ (Superfícies rígidas e densas ou muito densas (asfaltos e betões densos, água))
<b>Meteorologia</b>	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/noturno	Diurno: 50% Entardecer: 75% Noturno: 100%
	Temperatura média anual	14 °C
	Humidade relativa média anual	85 %
<b>Mapa de Ruído</b>	Malha de Cálculo	10X10 metros
	Tipo de malha de cálculo (variável/fixa)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros
	Código de cores	Diretrizes APA 2022

Na Figura 1 ilustra-se a relação de cores para as classes de níveis sonoros, de 5 em 5 dB(A), utilizada na apresentação dos Mapas de Ruído, em acordo com o preconizado nas diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente.

Classe do Indicador (dB (A))	Code list (CDG)	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>	Cor	RGB
< 40	LdenLowerThan40 / LnightLowerThan40	X*	X*	Verde claro	80,255,0
≥ 40 a < 45	Lden4044 / Lnight4044	X*	X*	Verde escuro	0,180,0
≥ 45 a < 50	Lden4549 / Lnight4549	X*	X	Amarelo	255,255,70
≥ 50 a < 55	Lden5054 / Lnight5054	X*	X	Ocre	255,220,0
≥ 55 a < 60	Lden5559 / Lnight5559	X	X	Laranja	255,180,0
≥ 60 a < 65	Lden6064 / Lnight6064	X	X	Vermelho	255,0,0
≥ 65 a < 70	Lden6569 / Lnight6569	X	X	Carmim	200,0,0
≥ 70 a < 75	Lden7074 / LnightGreaterThan70	X	X	Magenta	255,0,255
≥ 75	LdenGreaterThan75	X		Azul	0,0,255

**Figura 1 – Relação de cores para as classes de níveis sonoros (Fonte: APA, Diretrizes 2022)**



### 3.3 Validação de longa duração

Com o objetivo de verificar a adequabilidade do modelo de simulação acústica com a realidade modelada, efetuou-se a validação dos resultados obtidos. Para tal, foram calculados os níveis sonoros em recetores (pontos de medição) a 4 metros de altura, e os resultados obtidos comparados com os valores de medições experimentais localizados em pontos selecionados, cujas principais fontes sonoras correspondam essencialmente às fontes modeladas.

Assim, foram escolhidos dias típicos, em que as condições das fontes modeladas se aproximam das condições médias anuais e que foram introduzidas no modelo, tendo sido realizadas medições experimentais (a 4 metros de altura) nos meses de setembro e outubro de 2022.

As medições experimentais foram realizadas por Laboratório de Acústica (L0535) acreditado, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005, pelo Instituto Português de Acreditação (Certificado de Acreditação no apêndice A7), no âmbito do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e foi seguido o descrito nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2019), e no *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996 (2020)*, da Agência Portuguesa do Ambiente.

A caracterização experimental foram realizados os seguintes tipo de ensaios acreditados.

**Quadro 6 – Metodologia de ensaio para caracterização das fontes sonoras modeladas**

Nº	Ensaio	Método de Ensaio
7	Medição de níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 SPT_08_RAMB_Lden_07: 27-10-2014
9	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 SPT_09_RAMB_Leq_03:15-01-2015

Assim, foram avaliados 35 pontos de medição (Ponto 1 a Ponto 35) junto das principais fontes sonoras modeladas (rodovias, ferrovia e indústrias).

As medições foram realizadas em condições de emissão sonora considerada normal e representativa da média anual, e não foi registada nenhuma anomalia ou condicionante das fontes. Os valores apresentados foram arredondados à unidade, devido às incertezas próprias

das medições *in situ*, e são representativos dos períodos caracterizados.

Os resultados médios obtidos nas medições experimentais e no modelo de simulação acústica, para os pontos de validação, apresentam-se no Quadro 7.

**Quadro 7 – Validação do modelo: comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos [dB(A)]**

Ponto de medição	Coordenadas (ERTS89)	Previsões (a)				Medições (b)				Desvios (a-b)			
		$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$	$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$	$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$
Ponto 1	M: -23227 P: 214347	55	42	42	54	53	44	42	52	2	-2	0	2
Ponto 2	M: -24067 P: 212792	58	44	44	56	57	45	43	55	1	-1	1	1
Ponto 3	M: -24063 P: 211649	59	43	41	57	58	41	43	56	1	2	-2	1
Ponto 4	M: -24317 P: 211794	67	63	60	68	68	64	58	68	-1	-1	2	0
Ponto 5	M: -22545 P: 211744	55	42	42	54	53	43	41	52	2	-1	1	2
Ponto 6	M: -20188 P: 212927	45	37	35	45	43	38	36	44	2	-1	-1	1
Ponto 7	M: -19642 P: 211629	64	60	56	65	63	61	58	66	1	-1	-2	-1
Ponto 8	M: -21568 P: 210912	67	63	61	69	69	65	59	69	-2	-2	2	0
Ponto 9	M: -21097 P: 210831	61	57	55	63	61	55	56	63	0	2	-1	0
Ponto 10	M: -21126 P: 210222	63	60	55	64	64	59	55	64	-1	1	0	0
Ponto 11	M: -22093 P: 209790	64	60	58	66	64	62	57	66	0	-2	1	0
Ponto 12	M: -23553 P: 210325	75	72	69	77	76	72	69	77	-1	0	0	0
Ponto 13	M: -24831 P: 209393	74	71	68	76	76	69	68	77	-2	2	0	-1
Ponto 14*	M: -26646 P: 207009	68	65	60	69	70	67	62	71	-2	-2	-2	-2
Ponto 15	M: -27370 P: 207482	63	51	50	62	63	51	48	61	0	0	2	1
Ponto 16	M: -29308 P: 206888	71	68	63	72	73	69	63	73	-2	-1	0	-1
Ponto 17	M: -27347 P: 205334	54	41	41	53	53	41	41	52	1	0	0	1
Ponto 18	M: -26912 P: 204725	63	51	50	62	64	49	52	63	-1	2	-2	-1
Ponto 19*	M: -25275 P: 207502	68	63	61	69	67	62	60	68	1	1	1	1
Ponto 20	M: -25150 P: 207145	63	51	51	62	63	52	53	63	0	-1	-2	-1
Ponto 21	M: -23906 P: 207143	67	63	61	69	68	65	62	70	-1	-2	-1	-1
Ponto 22	M: -22172 P: 207801	63	60	55	64	63	58	57	65	0	2	-2	-1
Ponto 23	M: -22400 P: 206957	66	62	59	67	67	62	57	67	-1	0	2	0
Ponto 24*	M: -23342 P: 206723	71	68	65	73	72	68	63	72	-1	0	2	1
Ponto 25	M: -25540 P: 205637	71	69	66	74	70	70	64	72	1	-1	2	2
Ponto 26	M: -25066 P: 203560	66	63	59	67	67	63	60	68	-1	0	-1	-1
Ponto 27	M: -24662 P: 200232	46	41	39	47	47	43	37	47	-1	-2	2	0

Ponto de medição	Coordenadas (ERTS89)	Previsões (a)				Medições (b)				Desvios (a-b)			
		$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$	$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$	$L_d$	$L_e$	$L_n$	$L_{den}$
Ponto 28	M: -24121 P: 200251	49	17	16	46	47	18	18	44	2	-1	-2	2
Ponto 29	M: -24542 P: 199821	57	21	20	54	55	20	21	52	2	1	-1	2
Ponto 30	M: -24723 P: 199857	56	32	31	53	55	34	33	53	1	-2	-2	0
Ponto 31	M: -28075 P: 203110	70	67	62	71	72	66	64	73	-2	1	-2	-2
Ponto 32	M: -28132 P: 205396	60	50	46	59	60	49	48	59	0	1	-2	0
Ponto 33	M: -26341 P: 206636	58	57	54	61	56	57	55	62	2	0	-1	-1
Ponto 34	M: -29290 P: 204353	53	52	49	56	52	51	48	55	1	1	1	1
Ponto 35	M: -20363 P: 209945	55	52	47	56	57	53	49	58	-2	-1	-2	-2

(\*) – Ponto de medição contínua 48 horas

De acordo com os resultados apresentados anteriormente, é possível constatar que o percentil 50% (desvio mediano) assume um valor de  $\pm 2$  dB (para  $L_d$ ,  $L_e$ ,  $L_n$  e  $L_{den}$ ), considera-se que o mesmo se enquadra dentro do quadro de incertezas expectável associado ao ruído ambiente [não ultrapassa  $\pm 2$  dB(A)].

Face aos resultados obtidos e às *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído* da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2011), considera-se estar validado o modelo acústico 3D usado para elaboração dos mapas de ruído.

## 4 Mapas de Ruído

Os mapas de ruído da situação atual, a 4 metros acima do solo, tendo por base o modelo de simulação acústica 3D desenvolvido e os parâmetros de cálculo (valores médios anuais) e de apresentação explicitados anteriormente, apresentam-se nas peças desenhadas dos apêndices A1 e A2, respetivamente para o indicador  $L_{den}$  (nível sonoro médio de longa duração associado ao incómodo no período das 24 horas do dia) e para o indicador  $L_n$  (nível sonoro médio de longa duração associado ao incómodo no período noturno, das 23h00 às 7h00).

Para a situação prospetiva futura, foram calculados os mapas de ruído considerando o acréscimo de tráfego rodoviário decorrente e a alteração da rede viária prevista, que se apresentam-se nas peças desenhadas respetivamente nos apêndices A3 e A4.

O mapa de ruído apresenta o ruído das principais fontes de ruído do município, no caso da rede rodoviária principal, ferroviária e ruído industrial, onde se representam áreas, a 4 metros acima do solo, por classes de níveis sonoros, de 5 em 5 dB(A), de acordo com as diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente.

## 5 Classificação acústica e mapas de conflitos

De acordo com o estabelecido no artigo 6.º do Regulamento Geral do Ruído (RGR), que se transcreve, é da competência dos Municípios a efetivação da classificação acústica do respetivo território:

*“1 — Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição **adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas.***

*2 — **Compete aos municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.***

3 — A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas é realizada na elaboração de novos planos e implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor.

4 — Os **municípios devem acautelar**, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, a **ocupação dos solos com usos suscetíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programadas**”.

Esta classificação deve ter por base as definições constantes no Artigo 3.º do RGR:

“v) «**Zona mista**» a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

x) «**Zona sensível**» a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, 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.”

Face à classificação proposta de zonamento acústico, entende-se por Mapa de Conflitos, um mapa de cores que representa apenas as zonas onde os respetivos limites legais são ultrapassados, sendo no caso aplicáveis o estabelecido no artigo 11.º do RGR:

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

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

- b) As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB (A), expresso pelo indicador  $L_{den}$ , e superior a 45 dB (A), expresso pelo indicador  $L_n$ .”.*
  - c) As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infraestrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador  $L_{den}$ , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador  $L_n$ ;*
  - d) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte aéreo, não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador  $L_{den}$ , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador  $L_n$ ;*
  - e) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador  $L_{den}$ , e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador  $L_n$ .*
- 4 — Para efeitos de verificação de conformidade dos valores fixados no presente artigo, a avaliação deve ser efetuada junto do ou no recetor sensível (...)”*

Neste contexto, o zonamento de eventuais zonas sensíveis deverá ser devidamente ponderado, tendo vista os níveis sonoros existentes e os objetivos propostos, dado que as zonas sensíveis (com valores limite relativamente reduzidos), tendem a condicionar não só o uso e ocupação do solo do próprio local, mas também o uso e ocupação do solo envolvente.

Nestas circunstâncias, considerando não só os princípios acústicos, mas todos aqueles que influenciam a vocação do uso do solo, o Município considera que o seu território apresenta vocação de zona mista.

Neste contexto, nas peças desenhadas dos apêndices A5 e A6 apresentam-se os Mapas de Conflitos, respetivamente para a situação atual e decorrente, considerando a proposta de zonamento acústico de zonas mistas.

Com vista à avaliação de eventuais conflitos junto dos recetores sensíveis isolados, não integrados em zonas classificadas, equiparados a zona mista para efeitos de avaliação dos valores limite de exposição, apresentam-se os conflitos de zona mista para todo o território do concelho.

De notar que a análise, seguinte tem por base os mapas de conflitos realizados à escala do Plano Diretor Municipal, com uma malha de cálculo de 10x10 metros, o que comporta incertezas não negligenciáveis, pelo que a mesma deverá ser encarada como uma perspetiva macroscópica de conflitos, e não como uma perspetiva pormenorizada de conflitos conducente obrigatoriamente a planos de redução de ruído nos locais em causa.

A necessidade de eventuais planos de redução de ruído, face a eventuais conflitos, carece de avaliação específica, com uma abordagem mais pormenorizada através de monitorização direcionada, com base nos resultados aqui obtidos.

Neste contexto, com maior relevância no território onde se identificam potenciais conflitos, visando precaver o aumento dos conflitos existentes e decorrentes, conforme estabelecido no *artigo 12.º - Controlo prévio das operações urbanísticas* do RGR e na Portaria n.º 113/2015, de 22 de abril, que estabelece os Elementos Instrutórios dos Procedimentos Previstos no Regime Jurídico da Urbanização e Edificação, os procedimentos de novas operações urbanísticas deverão ser condicionados à efetiva demonstração, através de *“Estudo que demonstre a conformidade com o Regulamento Geral do Ruído, contendo informação acústica relativa à situação atual e à decorrente da execução da operação de loteamento”*.

## 6 Conclusões

O presente estudo, elaborado por recurso às técnicas mais eficazes atualmente disponíveis, resultou na concretização do Mapa Municipal de Ruído do Concelho de Braga, no âmbito do processo de Revisão do Plano Diretor Municipal, o qual corresponde a uma ferramenta geográfica de índole acústica, devidamente validada, que pode e deve ser utilizada na disciplina territorial do respetivo Plano, na estreita medida da aplicabilidade e dimensão da escala de trabalho.

O trabalho de campo permitiu identificar e caracterizar as principais fontes de ruído existentes, tendo-se identificado o ambiente sonoro atual, à escala do concelho (âmbito do PDM), é influenciado essencialmente pelo ruído do tráfego rodoviário e ferroviário.

Considerando não só os princípios acústicos, mas todos aqueles que influenciam a vocação do uso do solo, a proposta do Plano propõe classificar como zona mista todo o solo urbano e os aglomerados rurais, à exceção dos espaços de atividade económica, e que os recetores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, sejam equiparados, a zonas mistas.

Face aos resultados obtidos e à classificação acústica de zona mista, prospetiva-se conflitos na envolvente das principais rodovias, nomeadamente, das autoestradas A3 e A11, da Circular de Braga e das estradas nacionais, e ainda na imediata envolvente das principais rodovias urbanas.

Relativamente às Grandes Infraestruturas de Transporte, importa referir que estas vias têm *Planos de Ação*, visando avaliar o ambiente sonoro associado e implementa as medidas de minimização necessárias à conformidade legal com os valores limite de exposição aplicáveis no âmbito do RGR.



## Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Método CNOSSOS-EU - versão 1*. 2023.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia de Harmonização da Aplicação das Licenças Especiais de Ruído. Versão 1.1*. 2019.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído*. 2023.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996*. 2020.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído*. 2008.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Nota Técnica - Ruído e Planos Diretores Municipais*. 2010.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente (2020) – *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996*.
- CAPS-IST – *Critérios para Análise de Relações Exposição-Impacte do Ruído de Infraestruturas de Transporte* - CAPS-IST. 2009.
- CERTU; et. al. – *Bruit de Infrastructures Routières: Méthode de Calculs Incluant Les Effets Météorologiques*. [s.l.]: ed. A., ISBN 2-11-089201-3, 1997.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.

- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 84-A/2022, de 9 de dezembro.
- Diário da República Portuguesa – Portaria n.º 42/2023, de 9 de fevereiro.
- Dowling, A.P.; Williams, J. E. Ffowcs – *Sound and Sources of Sound*. New York: Ellis Horwood Limited, ISBN 0-85312-527-9, 1983.
- European Commission – Research Directorate-General – *Research for a Quieter Europe 2020*. 2007.
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) – *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure (Version 2)*. 2007.
- Instituto do Ambiente – *Projecto-piloto de Demonstração de Mapas de Ruído - Escalas Municipal e Urbana*. 2004.
- ISO 3744:2010 – *Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure: Engineering Method in an Essentially Free Field Over a Reflecting Plane*. 2010.
- ISO 8297:1994 – *Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment: Engineering Method*. 1994.
- Jornal Oficial da União Europeia, L212, 28-08-2003 – Recomendação da Comissão 2003/613/CE de 6 de agosto de 2003.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão, 19 de maio de 2015.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L189, 18-07-2002 – Directiva 2002/49/CE, de 25 de junho.
- NP ISO 1996-1 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de Avaliação*. 2019.

- NP ISO 1996-2 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*. 2019.
- NP ISO 9613-2 – *Atenuação do Som na sua Propagação ao Ar Livre: Método Geral de Cálculo*. 2014.
- Pierce, Allan D. – *Acoustics, An Introduction to It's Physical Principles and Applications*. 3ª ed. [s.l.]: Acoustical Society of America, ISBN 0-88318-612-8, 1994.
- Rosão, Vítor; Conceição, Eusébio; Leonardo, Rui; Rosão, Carlos – *Determinação Expedita da Área de Influência Acústica de Infra-Estruturas de Transporte Rodoviário*. Acústica 2008, 2008.
- Rosão, Vítor; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *Em Busca dos Melhores Limites de Ruído Ambiente*. Coimbra, Acústica 2008.
- Rosão, Vítor; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *A Especial Sensibilidade das Escolas ao Ruído Ambiente Exterior*. Coimbra, Acústica 2008.

# APÊNDICES

- A1. Mapa de Ruído Atual para o indicador  $L_{den}$
- A2. Mapa de Ruído Atual para o indicador  $L_n$
- A3. Mapa de Ruído Futuro para o indicador  $L_{den}$
- A4. Mapa de Ruído Futuro para o indicador  $L_n$
- A5. Mapa de conflitos para a Situação Atual
- A6. Mapa de conflitos para a Situação Futura
- A7. Certificado de Acreditação do Laboratório

## A1. MAPA DE RUÍDO ATUAL PARA O INDICADOR $L_{DEN}$

**Desenho A2: Mapa de Ruído Atual para o Indicador  $L_{den}$**

## A2. MAPA DE RUÍDO ATUAL PARA O INDICADOR $L_N$

**Desenho A3: Mapa de Ruído Atual para o Indicador  $L_N$**

## A3. MAPA DE RUÍDO FUTURO PARA O INDICADOR $L_{DEN}$

**Desenho A4: Mapa de Ruído Futuro para o Indicador  $L_{den}$**

## A4. MAPA DE RUÍDO FUTURO PARA O INDICADOR $L_N$

**Desenho A5: Mapa de Ruído Futuro para o Indicador  $L_N$**



## A5. MAPA DE CONFLITOS PARA A SITUAÇÃO ATUAL

**Desenho A6-1: Mapa de Conflitos para a Situação Atual – Zona Mista**

## A6. MAPA DE CONFLITOS PARA A SITUAÇÃO FUTURA

**Desenho A7-1: Mapa de Conflitos para a Situação Futura – Zona Mista**

## A7. CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO DO LABORATÓRIO

### A8-1: Certificado de Acreditação do Laboratório

## A8-1: Certificado de Acreditação do Laboratório

[http://www.ipac.pt/pesquisa/ficha\\_lae.asp?ID=L0535](http://www.ipac.pt/pesquisa/ficha_lae.asp?ID=L0535)



### Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

*Accreditation Technical Annex*

A entidade a seguir indicada está acreditada como **Laboratório de Ensaios**, segundo a norma **NP EN ISO/IEC 17025:2018**

*The body indicated below is accredited as a Testing Laboratory according to ISO/IEC 17025*

**Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.**  
**Laboratório**

Endereço Rua da Mina 21 - Loja

Address

Barrunchal  
2710-157 Sintra

Contacto João Pedro Silva

Contact

Telefone 214264806

Fax

E-mail joao.pedro.silva@sonometria.pt

Internet <http://www.sonometria.pt>

#### Resumo do Âmbito Acreditado

#### Accreditation Scope Summary

Acústica e Vibrações

Acoustics and Vibrations

Nota: ver na(s) página(s) seguinte(s) a descrição completa do âmbito de acreditação.

*Note: see in the next page(s) the detailed description of the accredited scope.*

Este Anexo Técnico é válido desde 2021-06-24 e substitui o(s) anteriormente emitido(s) com o mesmo código.  
Este Anexo Técnico pode ser sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, pelo que a sua atualização e validade devem ser confirmadas no Diretório de Entidades Acreditadas do IPAC, disponível em [www.ipac.pt](http://www.ipac.pt) ou clicando na ligação abaixo:  
<http://www.ipac.pt/docsig/7081Y-4N1D-QM14-A02U>

*This Technical Annex is valid from the date on the left and replaces those previously issued with the same code. Its validity can be checked in the website hyperlink on the left.*

Os ensaios podem ser realizados segundo as seguintes categorias:

*Testing may be performed according to the following categories:*

- 0 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório
- 1 Ensaios realizados fora das instalações do laboratório ou em laboratórios móveis
- 2 Ensaios realizados nas instalações permanentes do laboratório e fora destas

- 0 Testing performed at permanent laboratory premises
- 1 Testing performed outside the permanent laboratory premises or at a mobile laboratory
- 2 Testing performed at the permanent laboratory premises and outside

## Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

Accreditation Technical Annex

**Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.**  
**Laboratório**

Nº Nr	Produto Product	Ensaio Test	Método de Ensaio Test Method	Categoria Category
<b>ACÚSTICA E VIBRAÇÕES</b> <b>ACOUSTICS AND VIBRATIONS</b>				
1	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³  Método global com ruído de tráfego rodoviário,	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
2	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos de fachadas e elementos de fachada e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³.  Método global com altifalante	NP EN ISO 16283-3:2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
3	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons aéreos entre compartimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³	NP EN ISO 16283-1:2014 NP EN ISO 16283-1:2014/Amd 1: 2017 NP EN ISO 717-1:2013	1
4	Acústica de edifícios	Medição do isolamento sonoro a sons de percussão de pavimentos e determinação do índice de isolamento sonoro, excetuando o isolamento sonoro padronizado de baixa frequência em compartimentos de volume inferior a 25m³	NP EN ISO 16283-2:2018 NP EN ISO 717-2:2013	1
5	Acústica de edifícios	Medição do tempo de reverberação.  Método da resposta impulsiva integrada (método de engenharia)	NP EN ISO 3382-2:2015	1
6	Acústica de edifícios	Medição dos níveis de pressão sonora de equipamentos de edifícios. Determinação do nível sonoro do ruído particular	NP EN ISO 16032:2009 Nota 4 do Documento LNEC 10 de julho 2015	1
7	Ruído Ambiente	Medição de níveis de pressão sonora.  Determinação do nível sonoro médio de longa duração	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 SPT_08_RAMB_Lden_09	1
8	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora.  Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007 SPT_07_INCO_08	1
9	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2019 NP ISO 1996-2:2019 SPT_09_RAMB_Leq_05	1
<b>FIM</b> <b>END</b>				

## Anexo Técnico de Acreditação L0535-1

*Accreditation Technical Annex*

**Sonometria, Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança,  
Lda.  
Laboratório**

Nº Nr	Produto Product	Ensaio Test	Método de Ensaio Test Method	Categoria Category
----------	--------------------	----------------	---------------------------------	-----------------------

**Notas:**

**Notes:**

- "SPT-" indica Procedimento Interno do Laboratório.
- A acreditação para uma dada norma internacional abrange a acreditação para as correspondentes normas regionais adotadas ou nacionais homologadas (i.e., "ISO abc" equivale a "EN ISO abc" e "NP EN ISO abc" ou UNE EN ISO abc, NF EN ISO abc, etc...).



Documento assinado  
eletronicamente por

Paulo Iavares  
Vice-Presidente