
MAPA DE RUÍDO DO PLANO DE URBANIZAÇÃO DAS SETE FONTES – BRAGA

Controlo:

Versão Inicial	Original	RDL	21-01-2020
Revisão	Designação	Responsável	Data

Autoria Técnica

O desenvolvimento do presente relatório é da responsabilidade da SCHIU – Engenharia de Vibração e Ruído, Lda., que se encontra registada na Direção Geral do Território para produção de cartografia temática, conforme disposto no Regulamento 142/2016, de 9 de fevereiro.

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 17025:2005, 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	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Vitor Rosão	Coordenação geral Análise de resultados e elaboração de relatório Diretor Técnico do Laboratório	Diretor da SCHIU Diretor Técnico do Laboratório Sonometria Lic. em Física Tecnológica Mestre em Eng. Física Doutor em Acústica Ambiental
Rui Leonardo	Técnico de medições experimentais Análise de resultados, modelação e elaboração de relatório	Técnico de Medições do Laboratório Sonometria Mestre em Engenharia do Ambiente

O presente Estudo foi elaborado de acordo com a legislação aplicável em vigor e pretende dar cumprimento ao definido no Decreto-Lei 146/2006, de 31 de julho, e no Decreto-Lei 9/2007, de 17 de janeiro, relativamente à elaboração de mapas de ruído.

Estoi, 21 de janeiro de 2020

Verificado e Aprovado por:



(Vitor Rosão)
(Diretor da SCHIU; Diretor Técnico do Laboratório Sonometria)

Índice

1 Introdução.....	6
1.1 Identificação do Local em Estudo	7
1.2 Enquadramento Legal.....	7
1.3 Metodologia.....	13
2 Principais Fontes de Ruído.....	16
2.1 Tráfego Rodoviário.....	16
2.2 Fontes Fixas.....	18
3 Modelo de Simulação	20
3.1 <i>Software</i> e Métodos	20
3.2 Parâmetros de Cálculo e de Apresentação.....	22
3.3 Validação de longa duração.....	23
4 Mapas de Ruído	27
5 Classificação Acústica e Mapas de Conflitos.....	27
5.1 Classificação Acústica.....	27
5.2 Mapas de Conflitos	28
6 Conclusões	30
Bibliografia	31

Apêndices

- A1. Fontes Sonoras Modeladas e Pontos de Validação
- A2. Mapas de Ruído Situação Atual
- A3. Mapas de Ruído Situação Futuro
- A4. Mapa de Conflitos para a Situação Atual
- A5. Mapa de Conflitos para a Situação Futura
- A6. Certificado de Acreditação do Laboratório

Índice de Quadros

Quadro 1 – Dados de tráfego rodoviário considerados na modelação.....	17
Quadro 2 – Metodologia de ensaio para caracterização das fontes sonoras modeladas	19
Quadro 3 – Características de emissão sonora das fontes fixas modeladas	19
Quadro 4 – Configurações de cálculo utilizados na modelação	22
Quadro 5 – Descrição dos pontos de medição para validação do modelo	24
Quadro 6 – Validação do Modelo – comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos	26

Índice de Figuras

Figura 1 – Aspeto 3D do modelo de simulação acústica – situação atual.....	21
Figura 2 - Código de cores dos Mapas de Ruído (Fonte: MR-APA, 2011).....	23

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.

Assim, a gestão do ruído nas zonas habitacionais torna-se uma prioridade caso se pretenda garantir o direito ao repouso, ao sossego e ao descanso das populações.

O mapa de ruído é uma representação geográfica dos níveis de exposição a ruído ambiente exterior, onde se visualizam as áreas às quais correspondem determinadas classes de valores de ruído expressos em dB(A). Podem-se reportar a uma situação existente (atual) ou prevista (estimativa futura), e contemplam apenas o ruído emitido pelas seguintes atividades humanas: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, tráfego aéreo e indústrias.

Os mapas de ruído surgem 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.

À escala de Planos de Urbanização (PU) estes instrumentos 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, e identificam eventuais situações prioritárias de controlo e redução de ruído.

O presente estudo refere-se à elaboração do Mapa de Ruído do Plano de Urbanização das Sete Fontes, no concelho de Braga, para articulação com o respetivo Plano, e tem como objetivo fornecer informação sobre os níveis sonoros existentes, avaliar a sua compatibilidade com os limites legais estabelecidos no Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei 9/2007) e identificar eventuais áreas de ação prioritária na gestão e redução de ruído, com vista ao apoio da gestão do território.

1.1 Identificação do Local em Estudo

O Plano de Urbanização das Sete Fontes, localiza-se nas freguesias de Braga (São Vitor), Gualtar e Adaúfe, no concelho e distrito de Braga.

A área do Plano é essencialmente composta solo rústico que integra as Sete Fontes e atualmente não possui ocupação antrópica significativa. A área envolvente do Plano apresenta um uso, em termos de emissão sonora, relativamente consolidado, sendo de destacar a sul os eixos rodoviários Avenida Clermont Ferrand e Avenida José Moreira, cujo tráfego de acesso ao Hospital de Braga, corresponde à principal fonte de ruído com influência na área do Plano.

1.2 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 presente Estudo enquadra-se no estabelecido no artigo 7.º do Capítulo II do Regulamento Geral de Ruído (RGR), que se transcreve:

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, constantes no Artigo 3.º do RGR, assim como os valores limite de exposição constantes no Artigo 11.º e sobre os planos municipais de redução de ruído constantes no Artigo 8.º:

Artigo 3.º – Definições

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

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 6.º – 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 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/km² 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 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 .”

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.”

1.3 Metodologia

Para a realização deste Estudo foram seguidas, em especial, as recomendações do documento “Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*”, de 2011, e foram tidos em conta os seguintes documentos de referência:

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- 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 Directorate-General – *Research for a Quieter Europe 2020*. 2007.

Medição de Ruído Ambiente e Caracterização fontes fixas – Laboratório de Acústica Sonometria com acreditação IPAC – L0535, segundo a norma NP EN ISO/IEC 17025:2005, 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*. 2019.
- NP ISO 1996-2:2019 – *Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*. 2019.
- 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.

Modelação das Fontes Sonoras:

- Tráfego Rodoviário: Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU).
- Fontes Fixas: NP ISO 9613-2:2014 – Atenuação do Som na sua Propagação ao Ar Livre: Método Geral de Cálculo. 2014.

Legislação aplicável:

- 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 136-A/2019, de 6 de setembro.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, L189, 18-07-2002 – Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de junho de 2002.
- 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, 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.

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

- Identificação e caracterização das principais fontes de ruído: no caso verificou-se apenas a influência sonora na área do Plano do tráfego rodoviário e de fontes do tipo industrial (sistemas AVAC do Braga Retail Center e do Hospital de Braga);
- Realização de medições acústicas experimentais (Laboratório de Acústica com acreditação IPAC – L0535), por amostragem nos 3 períodos de referência, para caracterização das principais fontes de ruído e/ou validação do modelo;
- Realização de medições acústicas contínuas com duração de pelo menos 48 horas, em pelo menos 1 ponto, para validação de longa duração do modelo.

Para além do trabalho de campo, 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;
- Análise e apresentação dos resultados obtidos.

2 Principais Fontes de Ruído

O documento *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído* (APA, 2011) estabelece (pág. 9), que “os mapas para articulação com PU e PP devem incluir todas as fontes sonoras com emissões para o exterior”. Neste contexto foram identificadas e modeladas todas as fontes sonoras significativas, com influência acústica na área do Plano, no caso o tráfego rodoviário e fontes do tipo industrial (sistemas AVAC do Braga Retail Center e do Hospital de Braga).

2.1 Tráfego Rodoviário

A determinação das rodovias com influência acústica significativa na área do Plano teve em consideração o trabalho de campo realizado, tendo sido consideradas todas as rodovias existentes na área do Plano e na sua envolvente.

De acordo com o trabalho de campo verificou-se que o eixo rodoviário, composto pela Av. Padre Júlio Fragata / Av. Clermont Ferrand / Av. José Moreira / Rua Camilo Pessanha, que corresponde à principal fonte de ruído com influência na área do Plano. As restantes rodovias apresentam um volume de tráfego relativamente reduzido, associado aos residentes locais.

Com o objetivo de quantificar o tráfego médio diário, nos três períodos do RGR, foram realizadas contagens distinguidas pelas várias classes de veículos, por amostragem, nos dias 21 a 25 de outubro de 2019. Para além das contagens por amostragem, foram ainda realizadas contagens contínuas através de contadores automáticos de tráfego do Município de Braga, nos dias de 18 a 22 de novembro, na Av. Clermont Ferrand e na Av. José Moreira

De referir ainda, que as rodovias existentes não apresentam sazonalidade anual significativa, sendo o fluxo de tráfego relativamente constante ao longo do ano, cuja variabilidade em termos de emissão sonora não deverá divergir significativamente entre as várias épocas [≤ 5 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 (2011)*, da APA].

No Quadro 1 apresentam-se as vias modeladas e os dados de tráfego considerados na modelação.

Quadro 1 – Dados de tráfego rodoviário considerados na modelação

Rodovia	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	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5		
Av. Clermont Ferrand	BB	2180	519	140	0	47	498	96	15	0	8	73	18	8	0	1	40169	50
Av. José Moreira (Hospital)	BB	1080	38	2	0	24	240	14	0	0	6	56	14	0	0	0	16212	50
Av. Padre Júlio Fragata	BB	5952	887	239	0	80	3052	936	146	0	78	1328	66	29	0	4	117106	50
Rua Camilo Pessanha	BB	1134	481	138	0	23	259	82	15	0	2	38	4	8	0	1	24570	50
Alameda Eng. Alberto Amorim	BB	454	192	55	0	9	236	33	6	0	1	37	6	2	0	0	10418	50
R. Eng. Nuno Alvares Pereira	BB	191	81	23	0	4	91	14	3	0	0	28	3	1	0	0	4467	50
Rua de São Brás	BB	262	5	1	0	1	170	3	1	0	1	43	2	1	0	1	4398	50
Rua da Igreja Velha	BB	254	5	1	0	1	132	3	1	0	1	21	2	1	0	1	4004	50
Rua Quinta da Armada	BB	232	2	0	0	0	121	0	0	0	0	34	0	0	0	0	3677	50
Rua 1 de Maio	BB	65	0	0	0	0	31	0	0	0	0	11	0	0	0	0	1026	50
Rua Monte de Baixo	calçada	23	0	0	0	1	15	0	0	0	0	4	0	0	0	0	389	50
Rua Bairro das Sete Fontes	calçada	25	0	0	0	1	13	0	0	0	0	4	0	0	0	0	409	50
Rua Hélder Figueiredo	BB	178	8	2	0	1	85	2	0	0	0	26	0	0	0	0	2926	50
Rua Rafael Bordalo Pinheiro	BB	164	8	2	0	1	85	2	0	0	0	27	0	0	0	0	2752	50
Rua Areal de Cima	BB	164	8	2	0	1	85	2	0	0	0	13	0	0	0	0	2640	50
Rua Gabriel Bacelar	BB	86	0	0	0	0	41	0	0	0	0	13	0	0	0	0	1345	50
R. Monsenhor J. Ferreira da Silva	BB	86	0	0	0	0	56	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1398	50
T. Monsenhor J. Ferreira da Silva	BB	78	0	0	0	0	41	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1201	50
Travessa Quinta de Passos	calçada	77	0	0	0	0	40	0	0	0	0	8	0	0	0	0	1185	50
Rua Dr. Domingos Pereira	calçada	77	0	0	0	0	38	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1227	50
Acesso Retail Park	BB	48	0	0	0	0	36	0	0	0	0	5	0	0	0	0	772	50
Ruas de acesso local	BB	40	0	0	0	0	22	0	0	0	0	12	0	0	0	0	682	50
Acesso Ambulâncias Hospital	BB	22	0	0	0	0	10	0	0	0	0	6	0	0	0	0	364	50
Acesso Parques Hospital	BB	84	0	0	0	0	55	0	0	0	0	14	0	0	0	0	1369	50
Rodovias propostas (futuro)	BB	60	1	0	0	0	33	0	0	0	0	15	0	0	0	0	1012	50

Categorias de Veículos (Diretiva 2015/996 - DL 136-A/2019): C1 - Ligeiros; C2 - Pesados até 2 eixos; C3 - Pesados 3 ou mais eixos; C4 - ciclomotores; C5 - motocicletas.
 BB – Camada de desgaste em betão betuminoso

A proposta do Plano visa a criação de condições para a instalação de eixos viários locais, associados a novas construções, pelo que na ausência de dados mais específicos, considerou-se a equiparação às rodovias de tráfego local atual. Nas rodovias atuais, considerou-se o acréscimo futuro de 1,5%.

Os dados de emissão sonora do tráfego rodoviário foram obtidos intrinsecamente pelo software, com base nos dados de tráfego apresentados no Quadro 1, com base nos dados de emissão sonora intrínsecos do modelo de cálculo CNOSSOS-EU. Face à ausência de congestionamento de tráfego nas vias em causa, todas as vias foram modeladas considerando um fluxo fluido contínuo.

2.2 Fontes Fixas

De acordo com 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, com influência na área do Plano correspondem à emissão sonora dos sistemas AVAC do do Braga Retail Center e do Hospital de Braga (cuja emissão sonora é pouco expressiva). Em termos de indústrias propriamente ditas, verificou-se a ausência de emissão sonora significativa, sendo apenas considerada a zona de carga e descargas (equipamentos monta-cargas em manobras) da atividade comercial Ferreira Martins & Filhos - Madeiras e Derivados, localizada na Sra. das Sete Fontes.

As medições para caracterização das fontes fixas 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 17025:2005, 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 (2011).

Na caracterização experimental foram realizados os seguintes ensaios acreditados.

Quadro 2 – 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 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 SPT_08_RAMB_Lden_07: 27-10-2014
9	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 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*, indicam-se no Quadro 3 as características de modelação das fontes fixas consideradas relevantes em termos de emissão sonora para o exterior, que se localizam nas peças desenhadas no apêndice A1.

Quadro 3 – Características de emissão sonora das fontes fixas modeladas

Designação da fonte	Apontamento Fotográfico	Nível de Potência Sonora [dB(A)/m ²]			Tipo de fonte	Operação (horas)	Altura [m]
		Diurno	Entardecer	Noturno			
AVAC Hospital de Braga		57	57	57	Fonte vertical em área no telhado do edifício	Diur.: 13 Ent.: 3 Not.: 8	1 m
Área de carga e descarga Ferreira Martins & Filhos		62	0	0	Fonte horizontal em área de carga e descarga	Diur.: 8 Ent.: 0 Not.: 0	0,5 m

Designação da fonte	Apontamento Fotográfico	Nível de Potência Sonora [dB(A)/m ²]			Tipo de fonte	Operação (horas)	Altura [m]
		Diurno	Entardecer	Noturno			
AVAC Braga Retail Center		56	56	0	Fonte vertical em área no telhado do edifício	Diur.: 10 Ent.: 3 Not.: 0	1 m

3 Modelo de Simulação

3.1 Software e Métodos

Para elaboração dos Mapas de Ruído, foi utilizado o *software CadnaA* (Versão BPM XL), desenvolvido pela *Datakustik* (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 fontes de ruído identificadas, com influência na área do Plano, foram:

- Tráfego Rodoviário: Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU).
- Fontes Fixas: NP ISO 9613-2:2014 – Atenuação do Som na sua Propagação ao Ar Livre: Método Geral de Cálculo. 2014.

Para a concretização do modelo acústico 3D, o *software* necessita que sejam introduzidos os dados cartográficos 3D, nomeadamente:

- **Curvas de nível:**

Foi disponibilizada a altimetria pelo Município, com curvas de nível de 5 em 5 metros, o que cumpre os requisitos mínimos estabelecidos das diretrizes da APA, para articulação com o PU.

- **Edifícios:**

Dada a ausência de altimetria dos edifícios existentes, foi efetuada a contagem do número de pisos. Em acordo com diretrizes APA foi atribuída a altura de 3 metros por piso a todo o edificado do concelho.

- **Fontes de Ruído**

A informação planimétrica das rodovias não possuía altimetria, pelo que foi necessário controlar através do trabalho de campo a existência de eventuais singularidades, e posteriormente procedeu-se ao ajuste das vias ao terreno 3D disponível.

Apresentam-se nas figuras seguintes alguns aspetos 3D do modelo acústico criado no software *CadnaA*, de forma a ilustrar algumas das características referidas.

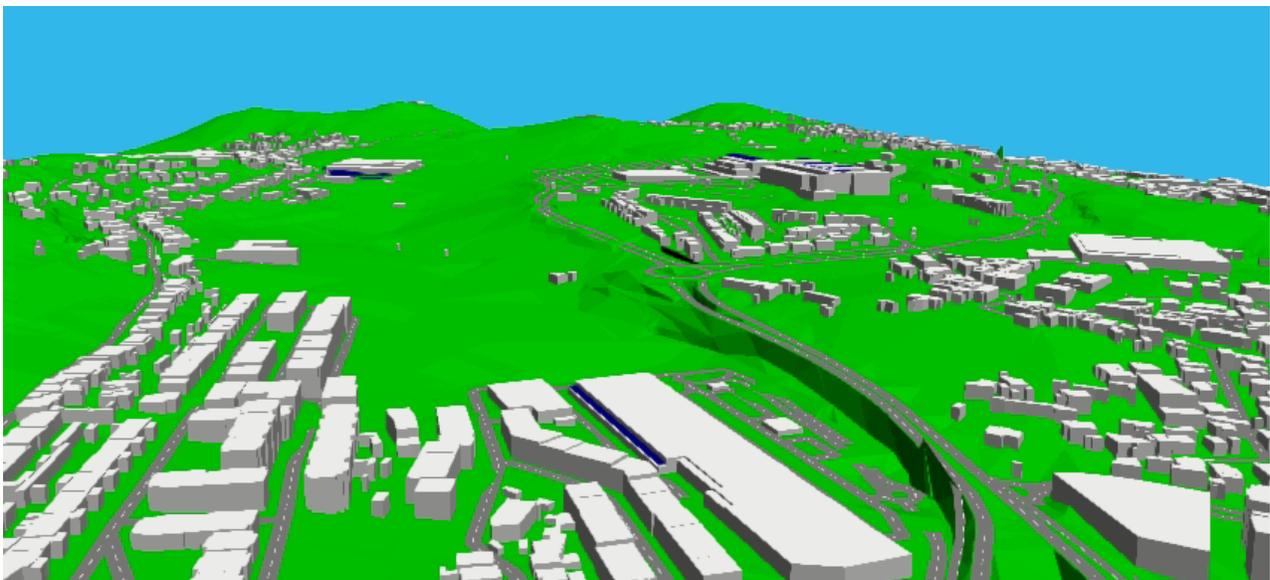


Figura 1 – Aspeto 3D do modelo de simulação acústica – situação atual

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/apresentação, que se apresentam no quadro seguinte.

Quadro 4 – Configurações de cálculo utilizados na modelação

Geral	Software	CadnaA – Versão BPM XL
	Máximo raio de busca	2000 metros
	Ordem de reflexão	2ª ordem
	Erro máximo definido para o cálculo	0 dB
	Métodos/normas de cálculo:	Tráfego Rodoviário: CNOSSOS-EU Fontes Fixas: ISO 9613-2.
	Absorção do solo	$\alpha = 0,6$ (dada existência de solos semipermeáveis e a arborização existente)
Meteorologia	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/noturno	Diurno: 50% Entardecer: 75% Noturno: 100%
	Temperatura média anual	14º C
	Humidade relativa média anual	81 %
Mapa de Ruído	Malha de Cálculo	5X5 metros
	Tipo de malha de cálculo (variável/fixa)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros
	Código de cores	Diretrizes APA (2011)

Na figura seguinte ilustra-se a o código de cores utilizado na apresentação dos Mapas de Ruído, em acordo com o preconizado nas diretrizes (APA, 2011) da Agência Portuguesa do Ambiente.

Classes do Indicador	Cor	RGB	Classes do Indicador	Cor	RGB
$L_{den} \leq 55$	ocre	255,217,0	$L_n \leq 45$	verde escuro	0,181,0
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja	255,179,0	$45 < L_n \leq 50$	amarelo	255,255,69
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão	255,0,0	$50 < L_n \leq 55$	ocre	255,217,0
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim	196,20,37	$55 < L_n \leq 60$	laranja	255,179,0
$L_{den} > 70$	magenta	255,0,255	$L_n > 60$	vermelhão	255 0,0

Figura 2 - Código de cores dos Mapas de Ruído (Fonte: MR-APA, 2011)

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 dias 21 a 25 de outubro de 2019.

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 A6, 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, e no *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996 (2011)* da Agência Portuguesa do Ambiente.

Para caracterizar o ambiente sonoro da área do Plano foram realizadas medições experimentais em 8 pontos (Ponto 1 a Ponto 8,) que se localizam na peça desenhada do apêndice A1. Os resultados médios obtidos para cada ponto, para os 3 períodos de referência (a 4 metros de altura), são apresentados no Quadro 5, onde se apresenta a descrição dos pontos de medição, das fontes sonoras com influência significativa nos níveis medidos e apresenta-se a ilustração do ponto de

medição. Os valores apresentados foram arredondados à unidade, devido às incertezas próprias das medições *in situ*, e são representativos dos períodos caracterizados.

Quadro 5 – Descrição dos pontos de medição para validação do modelo

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	Apontamento fotográfico
<p>Ponto 1</p> <p>41°34'19.08"N 8°24'7.66"W</p>	<p>Descrição: Caraterização da zona norte do Plano, na proximidade de um espaço comercial.</p> <p>Principais fontes de Ruído: tráfego rodoviário esporádico ao fundo, manobras de carga e descarga no espaço comercial, natureza (fonação animal e aerodinâmica vegetal).</p>	
<p>Ponto 2</p> <p>41°34'15.48"N 8°24'0.30"W</p>	<p>Descrição: Caraterização da zona das Sete Fontes.</p> <p>Principais fontes de Ruído: natureza típica de ambiente natural sem ocupação antrópica (fonação animal e aerodinâmica vegetal). O tráfego rodoviário distante sendo humanamente distinguível não apresentava relevância na média energética medida.</p>	
<p>Ponto 3</p> <p>41°34'14.04"N 8°23'56.79"W</p>	<p>Descrição: Caraterização da zona das Sete Fontes.</p> <p>Principais fontes de Ruído: natureza típica de ambiente natural sem ocupação antrópica (fonação animal e aerodinâmica vegetal). O tráfego rodoviário distante sendo humanamente distinguível não apresentava relevância na média energética medida.</p>	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	Apontamento fotográfico
<p>Ponto 4</p> <p>41°34'8.21"N 8°23'30.37"W</p>	<p>Descrição: Caracterização da zona oeste do Plano, envolvente da Rua de São Brás.</p> <p>Principais fontes de Ruído: tráfego rodoviário, natureza (fonação animal e aerodinâmica vegetal).</p>	
<p>Ponto 5</p> <p>41°34'4.68"N 8°23'50.07"W</p>	<p>Descrição: Caracterização da envolvente do Hospital de Braga.</p> <p>Principais fontes de Ruído: tráfego rodoviário relativamente distante, sistema AVAC do hospital, natureza (fonação animal e aerodinâmica vegetal).</p>	
<p>Ponto 6</p> <p>41°34'1.11"N 8°24'11.90"W</p>	<p>Descrição: Caracterização do acesso rodoviário ao Hospital de Braga (Avenida José Moreira).</p> <p>Principais fontes de Ruído: tráfego rodoviário intenso.</p>	
<p>Ponto 7</p> <p>41°33'56.35"N 8°24'11.93"W</p>	<p>Descrição: Caracterização da envolvente da Rua Camilo Pessanha.</p> <p>Principais fontes de Ruído: tráfego rodoviário relativamente intenso.</p>	

Ponto de medição	Principais fontes de ruído	Apontamento fotográfico
<p>Ponto 8</p> <p>41°33'54.16"N 8°24'35.63"W</p>	<p>Descrição: Caracterização da zona sudoeste do Plano, envolvente da Travessa Quinta de Passos.</p> <p>Principais fontes de Ruído: tráfego rodoviário local, natureza (fonação animal e aerodinâmica vegetal).</p>	

Os resultados médios obtidos para cada ponto e a comparação dos mesmos com os níveis sonoros prospetivados pelo modelo, apresentam-se no Quadro 6.

Quadro 6 – Validação do Modelo – comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos

Ponto de medição	Previsões (a) [dB(A)]				Medições (b) [dB(A)]				Desvios (a-b) [dB(A)]			
	L_d 7-20h	L_e 20-23h	L_n 23-7h	L_{den}	L_d 7-20h	L_e 20-23h	L_n 23-7h	L_{den}	L_d 7-20h	L_e 20-23h	L_n 23-7h	L_{den}
Ponto 1	56	51	51	58	57	51	50	58	-1	0	1	0
Ponto 2	45	41	41	48	46	40	42	49	-1	1	-1	-1
Ponto 3	45	42	42	49	47	43	41	49	-2	-1	1	0
Ponto 4	53	51	51	58	54	52	51	58	-1	-1	0	0
Ponto 5	45	44	44	50	46	44	43	50	-1	0	1	0
Ponto 6*	61	57	55	63	61	57	54	62	0	0	1	1
Ponto 7	65	57	56	65	64	58	55	64	1	-1	1	1
Ponto 8	54	52	52	59	54	52	51	58	0	0	1	1
Ponto 1	56	51	51	58	57	51	50	58	-1	0	1	0
Ponto 2	45	41	41	48	46	40	42	49	-1	1	-1	-1

(*) – Ponto de medição contínua, dias 23 a 25 de outubro de 2019

De acordo com os resultados apresentados anteriormente, é possível constatar que o percentil 50% (desvio mediano) assume um valor de -2 dB(A) para os vários indicadores L_d , L_e , L_n e L_{den} , o que significa uma apropriada adequação do modelo à realidade.

De referir que a área do Plano caracterizada pelos pontos Ponte2 e Ponto 3 não possui fontes de ruído antrópicas e o respetivo ambiente sonoro (e os resultados obtidos nas medições experimentais) resulta em grande medida do ruído da natureza (não modelado).

Face aos resultados obtidos [desvios $\leq \pm 2\text{dB(A)}$ associados às fontes sonoras modeladas] e às Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído da Agência Portuguesa do Ambiente (APA, 2011), considera-se validado o modelo acústico 3D usado para elaboração dos mapas de ruído.

4 Mapas de Ruído

Os mapas de ruído para os indicadores L_{den} e L_n , 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 do apêndice A2 e A3, respetivamente, para a situação atual e situação futura, decorrente da concretização do Plano.

5 Classificação Acústica e Mapas de Conflitos

5.1 Classificação Acústica

De acordo com o estabelecido no n.º 2 do 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:

“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.”

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;”

Nestas circunstâncias, a classificação acústica de um local, deve ter em conta não só princípios acústicos, mas todos aqueles que influenciam a sua vocação de uso do solo.

Ainda que o ambiente sonoro atual não deva ser preponderante para a classificação ou zonamento acústico, considera-se ser de referir que uma eventual adoção imponderada do zonamento, e consequentes valores limite de exposição, poderá implicar a adoção de Medidas de Redução de Ruído eventualmente incomportáveis ou mesmo impraticáveis, para cumprir os limites de exposição aplicáveis, nomeadamente nos locais com forte influência de fontes de ruído natural (fonação animal e aerodinâmica vegetal).

No caso particular o ambiente sonoro existente, avaliado através das medições experimentais para validação do modelo de simulação acústica, identificou como principais fontes sonoras com influência na área do plano o tráfego rodoviário das rodovias envolventes e, de forma não desprezável, na área das Sete Fontes o ruído da natureza.

Face aos usos atuais e propostos, considerando não só os princípios acústicos, mas todos aqueles que influenciam a vocação do uso do solo, o Município, dando cumprimento ao disposto no n.º 2 do artigo 6.º do RGR, propõe classificar o perímetro do Plano de Urbanização das Sete Fontes como zona mista.

5.2 Mapas de Conflitos

Entende-se por Mapa de Conflitos, um mapa de cores que representa apenas as zonas onde os limites legais são ultrapassados (artigo 11.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro):

“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 .”*

Neste contexto considerando a preposta de classificar a área do Plano como zona mista, apresenta-se nas peças desenhadas dos apêndices A4 e A5, respetivamente, para a situação atual e situação futura, decorrente da concretização do Plano, os mapas de conflitos, onde se prospectiva que ocorra ou venha a ocorrer a ultrapassagem dos respetivos limites legais de zona mista: $L_{den} \leq 65 \text{ dB(A)}$ e $L_n \leq 55 \text{ dB(A)}$.

A análise seguinte tem por base os mapas de conflitos realizados à escala do Plano (1/5 000), com uma malha de cálculo de 5x5 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.

Esta análise carece assim, no sentido de um maior rigor e de uma definição eficaz da necessidade de planos de redução de ruído, de uma abordagem mais pormenorizada, a ser verificada pontualmente através de monitorização direcionada com base nos resultados aqui obtidos.

Neste contexto a análise dos mapas de conflitos permite verificar que face à proposta de classificação acústica de zona mista e sensíveis, atualmente e no futuro, apenas ocorrem incompatibilidades ligeiras [$\leq 5 \text{ dB(A)}$] na imediata envolvente do eixo rodoviário composto pela Av. Padre Júlio Fragata / Av. Clermont Ferrand / Av. José Moreira / Rua Camilo Pessanha.

Neste contexto, e visando precaver o aumento dos conflitos existentes, conforme estabelecido no *artigo 12.º - Controlo prévio das operações urbanísticas* do RGR, os procedimentos de novas operações urbanísticas deverão ser condicionados à efetiva demonstração (através de avaliação acústica específica) da compatibilidade do ambiente sonoro existente e decorrente, com os respetivos valores limites de exposição (artigo 11º do RGR).

Dada a prospectiva de ultrapassagem até 5 dB(A) dos valores limite fixados no artigo 11º do RGR, o projeto acústico dos edifícios a construir deverá considerar 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 nº 1 do artigo 5 do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei nº 129/2002, de 11 de maio.

6 Conclusões

O presente estudo, elaborado por recurso às técnicas mais eficazes atualmente disponíveis, resultou na concretização do Mapa de Ruído do Plano de Urbanização das Sete Fontes, em Braga, o qual corresponde assim 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 deste mapa de ruído.

O trabalho de campo permitiu verificar que a área central do Plano (Parque das Sete Fontes) não possui fontes sonoras relevantes, sendo a principal fonte sonora a natureza e o ruído rodoviário relativamente distante. A envolvente da área do Plano é caracterizada por uma ocupação do solo relativamente consolidada, sendo o tráfego rodoviário (em particular da Av. Padre Júlio Fragata, Av. Clermont Ferrand, Av. José Moreira e Rua Camilo Pessanha) a principal fonte sonora relevante.

Face aos resultados obtidos e à proposta de classificação acústica da área do Plano como zona mista, prospetiva-se que o ambiente sonoro atual e decorrente da proposta do Plano, cumpra os respetivos valores limite de exposição, conforme estabelecido na alínea a) do número 1º do artigo 11º, do RGR – Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei 9/2007, de 17 de janeiro.

No entanto, o ambiente sonoro atual e decorrente na envolvente imediata da Av. Padre Júlio Fragata, Av. Clermont Ferrand, Av. José Moreira e da Rua Camilo Pessanha, ultrapassa os valores limite de exposição.

Dada a prospetiva de ultrapassagem dos valores limite de exposição na envolvente próxima destas vias, ser não mais de 5 dB(A), não se verifica impedimento à operação de loteamento ou à edificação de recetores sensíveis, devendo o respetivo projeto acústico, nos termos dos disposto na alínea b) do número 7, artigo 12º do RGR, considerar 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 nº 1 do artigo 5 do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios, aprovado pelo Decreto-Lei nº 129/2002, de 11 de maio.

Bibliografia

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- 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*. 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 3)*. 2011.
- 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 – Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de março.
- 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 – Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de junho.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.
- Dowling, A.P.; Williams, J. E. Fowcs – *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 – *Determination of Sound Power Levels of Noise Sources Using Sound Pressure: Engineering Method in an Essentially Free Field Over a Reflecting Plane*. 2010.
- 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 – *Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment: Engineering Method*. 1994.
- 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, L189, 18-07-2002 – Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de junho de 2002.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão, de 19 de maio de 2015.
- Ministère de l'Environnement et du Cadre de Vie; Ministère des Transports; CETUR – *Guide du Bruit des Transports Terrestres: Prèvision des Niveaux Sonores*. [s.l.]: ed. A., 1980.
- 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, Vitor – *Desenvolvimento de Modelo de Avaliação do Impacte Ambiental Devido ao Ruído de Tráfego Rodoviário*. Lisboa: F.C.U.L., 2002. Dissertação de Mestrado em Engenharia Física.
- Rosão, Vitor – *Desenvolvimentos sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. Tese de Doutoramento, Universidade do Algarve, 2011.
- Rosão, Vítor; Conceição, Eusébio; Leonardo, Rui; Rosão, Carlos – *Determinação Expedida da Área de Influência Acústica de Infra-Estruturas de Transporte Rodoviário*. Acústica 2008, 2008.
- Rosão, Vitor; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *Em Busca dos Melhores Limites de Ruído Ambiente*. Coimbra, Acústica 2008.
- Rosão, Vitor; Conceição, Eusébio; Marques, Teresa; Leonardo, Rui – *A Especial Sensibilidade das Escolas ao Ruído Ambiente Exterior*. Coimbra, Acústica 2008.

APÊNDICES

- A1. Fontes Sonoras Modeladas e Pontos de Validação
- A2. Mapas de Ruído Situação Atual
- A3. Mapas de Ruído Situação Futuro
- A4. Mapa de Conflitos para a Situação Atual
- A5. Mapa de Conflitos para a Situação Futura
- A6. Certificado de Acreditação do Laboratório

A1. FONTES SONORAS MODELADAS E PONTOS DE VALIDAÇÃO

Desenho A1: Fontes Sonoras Modeladas e Pontos de Validação

A2. MAPAS DE RUÍDO SITUAÇÃO ATUAL

Desenho A2.1: Mapa de Ruído Atual para o Indicador Lden (Página 1 de 1)

Desenho A2.2: Mapa de Ruído Atual para o Indicador Ln (Página 1 de 1)

A3. MAPAS DE RUÍDO SITUAÇÃO FUTURO

Desenho A3.1: Mapa de Ruído Futuro para o Indicador L_{den} (Página 1 de 1)

Desenho A3.2: Mapa de Ruído Futuro para o Indicador L_n (Página 1 de 1)

A4. MAPA DE CONFLITOS PARA A SITUAÇÃO ATUAL

Desenho A4: Mapa de Conflitos da Situação Atual (Página 1 de 1)

A5. MAPA DE CONFLITOS PARA A SITUAÇÃO FUTURA

Desenho A5: Mapa de Conflitos da Situação Futura (Página 1 de 1)

A6. CERTIFICADO DE ACREDITAÇÃO DO LABORATÓRIO

As medições acústicas foram efetuadas pelo Laboratório de Ensaios Sonometria, entidade com acreditação IPAC – L0535, pelo Instituto Português de Acreditação.

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

TÉCNICO	FUNÇÃO/ESPECIALIDADE	QUALIFICAÇÃO PROFISSIONAL
Vitor Rosão	Verificação e Aprovação: Diretor Técnico do Laboratório	Diretor Técnico do Laboratório Sonometria Doutor em Acústica Ambiental Membro da Ordem dos Engenheiros nº 73727
Rui Leonardo	Realização das Medições Experimentais: Técnico de Medições de Ruído	Técnico de Medições do Laboratório Sonometria – SCHIU Mestre em Engenharia do Ambiente

Anexo Técnico de Acreditação N° L0535-1

Accreditation Annex nr.

A entidade a seguir indicada está acreditada como **Laboratório de Ensaios**, segundo a norma **NP EN ISO/IEC 17025:2005**

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

Endereço Estrada de Paço d'Arcos, 66
Address 2735-336 Cacém

Contacto João Pedro Silva
Contact

Telefone 214264806

Fax

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

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

Resumo do Âmbito Acreditado

Acústica e Vibrações

Accreditation Scope Summary

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.

A validade deste Anexo Técnico pode ser comprovada em <http://www.ipac.pt/docsig/7JX3-YQ03-79LC-ZX07>

The validity of this Technical Annex can be checked in the website 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

O IPAC é signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC

IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA

O presente Anexo Técnico está sujeito a modificações, suspensões temporárias e eventual anulação, podendo a sua atualização ser consultada em www.ipac.pt.

This Annex can be modified, temporarily suspended and eventually withdrawn, and its status can be checked at www.ipac.pt.

Edição n.º 8 • Emitido em 2019-06-11 • Página 1 de 3

Anexo Técnico de Acreditação N° L0535-1

Accreditation Annex nr.

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

N° Nr	Produto Product	Ensaio Test	Método de Ensaio Test Method	Categoria Category
ACÚSTICA E VIBRAÇÕES ACOUSTICS AND VIBRATIONS				
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 25m ³ . 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 25m ³ . Método global com atifalante	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 25m ³	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 25m ³	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 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 SPT_08_RAMB_Lden_07: 27-10-2014	1
8	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Critério de incomodidade	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007 SPT_07_INCO_06: 15-01-2015	1
9	Ruído Ambiente	Medição dos níveis de pressão sonora. Determinação do nível sonoro contínuo equivalente	NP ISO 1996-1:2011 NP ISO 1996-2:2011 SPT_09_RAMB_Leq_03: 15-01-2015	1
FIM END				

Edição n.º 8 • Emitido em 2019-06-11 • Página 2 de 3

Anexo Técnico de Acreditação N° L0535-1

Accreditation Annex nr.

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

N° 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