
MEMÓRIA DESCRITIVA – MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO
CIRCULAR SUL DE BRAGA



ÍNDICE

FICHA TÉCNICA	5
1. INTRODUÇÃO	6
2. OBJETIVOS E ÂMBITO DE APLICAÇÃO	8
3. DESCRIÇÃO DA GIT	9
3.1 LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO	9
3.2 VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO	11
3.3 BARREIRAS ACÚSTICAS	13
3.4 MUNICÍPIOS ABRANGIDOS	17
3.5 CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE	18
4. ENTIDADES COMPETENTES	22
5. DEFINIÇÕES E ENQUADRAMENTO LEGAL	23
5.1 DEFINIÇÕES	23
5.2 ENQUADRAMENTO LEGAL	28
6. CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA E AÇÕES PREVISTAS PELOS MUNICÍPIOS	31
7. MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO	32
7.1 METODOLOGIA	32
7.2 DADOS DE CARTOGRAFIA	32
7.2.1 SISTEMA DE REFERÊNCIA	33
7.2.2 EXATIDÃO POSICIONAL	33
7.2.3 DATAS DE REFERÊNCIA	34
7.3 MÉTODOS DE CÁLCULO	34
7.4 DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL	39
7.5 CALIBRAÇÃO DO MODELO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	42
7.5.1 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	43
7.5.2 VALIDAÇÃO NO MODELO	46
7.6 APRESENTAÇÃO GRÁFICA DOS RESULTADOS	47
8. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO	48
8.1 ÁREA DE SUPERFÍCIE EM SOBRE EXPOSIÇÃO	48
9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES ESTRATÉGICAS DE LONGO PRAZO	50
10. DOCUMENTAÇÃO DE REFERÊNCIA	52
ANEXOS	54
I – MAPAS DE RUÍDO	54

Índice de tabelas e figuras

Figura	Legenda	Página
Fig 1	Rede de autoestradas da concessão principal da Brisa	6
Fig 2	CSB - Circular Sul de Braga	9
Fig 3	Mapa do concelho de Braga	17
Fig 4	Distribuição dos alojamentos por freguesia (fonte: relatório temático elaborado pelo Município de Braga)	19
Fig 5	Mapa dos alojamentos por edifício (fonte: Relatório Temático elaborado pelo Município de Braga)	20
Fig 6	Tipo de uso de edifícios (anexo I.1 e I.2)	40
Fig 7	Localização dos pontos de medição	43

Tabela	Legenda	Página
Tabela 1	Camada de desgaste	10
Tabela 2	Caracterização dos pisos	10
Tabela 3	Dados de tráfego referente a 2021 – Valor por Sublanço	11
Tabela 4	Velocidades consideradas	12
Tabela 5	Barreiras acústicas	13
Tabela 6	Descrição sucinta da GIT - elementos relevantes	14
Tabela 7	Dados populacionais sobre as freguesias atravessadas pela Circular Sul de Braga	21
Tabela 8	Resumo da legislação aplicável em matéria de poluição sonora	28
Tabela 9	Quadro resumo das atribuições das GIT em matéria de poluição sonora	29
Tabela 10	Valores limite de exposição ao ruído ambiente exterior	31
Tabela 11	Classes de veículos definidas no CNOSSOS-EU	35
Tabela 12	Resumo das configurações de cálculo utilizado	37
Tabela 13	Pontos de Medição	43
Tabela 14	Tabela de comparação L_{den}	46
Tabela 15	Tabela de comparação L_n	46
Tabela 16	Relação de cores para classes de níveis sonoros, segundo documento da APA	47
Tabela 17	Dados relativos a superfícies expostas a diferentes gamas de L_{den} nº estimado de habitações; fogos habitacionais e pessoas expostas ao ruído da CSB, em unidades	48
Tabela 18	Número estimado de pessoas (em centenas) expostas a cada uma das seguintes gamas de valores de L_{den} e L_n , em dB(A), obtido a uma altura de 4m, na fachada mais exposta dos edifícios.	49

Ficha técnica

INFORMAÇÕES DO PROJECTO

CLIENTE:

Brisa Concessão Rodoviária, S.A.

MORADA:

Quinta da Torre da Aguilha, Edifício Brisa 2785-599 São Domingos de Rana

EQUIPA TÉCNICA:

Diretor do projeto: Teresa Canelas

Coordenação técnica do projeto: Jorge Estrela

DATA DE EMISSÃO:

12 de outubro de 2022

N.º DE DOCUMENTO:

RD_PT_00_549_552_MD

N.º DE PROCESSO INTERNO:

E-2022-0200-01

ELABORADO POR:

VALIDADO POR:



1.1. INTRODUÇÃO

A Circular Sul de Braga encontra-se incluída na concessão outorgada à Brisa Concessão Rodoviária, S.A., de acordo com as Bases anexas ao Decreto-Lei n.º 294/97, de 24 de outubro, na redação que lhe foi dada pelo Decreto-Lei n.º 247-C/2008, de 28 de dezembro, que as republicou.



Fig. 1 Rede de autoestradas da concessão principal da Brisa

O Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, constitui o Regime de Avaliação e Gestão de Ruído Ambiente (RAGRA). Este regime torna obrigatória a adoção de métodos europeus comuns de avaliação de ruído ambiente estabelecidos pela Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão de 19 de maio de 2015, e resulta da transposição da Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. De acordo com este quadro legal, compete às entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo elaborar e rever os Mapas Estratégicos

de Ruído (MER) e Planos de Ação (PA) das Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT), respetivamente, rodoviário, ferroviário e aéreo.

Neste contexto, compete à Brisa Concessão Rodoviária, proceder à elaboração dos MER para as infraestruturas rodoviárias sob sua concessão classificadas como grande infraestrutura de transporte rodoviário, ou seja, aquelas em que se verifiquem mais de 6 milhões de passagens de veículos por ano, numa 1ª fase, e de 3 milhões de passagens, a partir da 2ª fase, como definido no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.

O presente estudo reporta-se à 4ª fase de implementação da referida Diretiva e incide em toda a extensão da Circular Sul de Braga, pois todos os sublanços registam mais de 3 milhões de passagens de veículos anuais.

2. | *Objetivos e âmbito de aplicação*

Este documento tem como objetivo a elaboração do Mapa Estratégico de Ruído (MER). De forma a atingir o objetivo proposto, importa identificar locais de sobreexposição. Nesse sentido, estão vertidas neste documento as medidas de minimização de ruído existentes à data. Neste MER estão abrangidos os recetores sensíveis, cuja proteção acústica é imputável à Concessionária, expostos a níveis de ruído superiores a $L_{den} > 65$ dB(A) e $L_n > 55$ dB(A), em virtude de esses serem os valores limite de exposição aplicáveis atendendo ao exposto na alínea c) do n.º 1 do Art.º 11 do Regulamento Geral do Ruído (RGR).

O MER foi elaborado em conformidade com o estipulado na legislação aplicável, designadamente:

- Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que transpõe a Diretiva (UE) 2015/996 e que procede à primeira alteração ao Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho (republicando-o);
- Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (Regulamento Geral do Ruído), com a Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

Foram ainda respeitadas as regras definidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), nomeadamente as definidas nos documentos:

- ❖ Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3, publicadas pela APA em dezembro de 2011.
- ❖ Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído – Versão 3, publicadas pela APA em dezembro de 2011.
- ❖ Novo quadro legal do ruído ambiente - Sessões destinadas às câmaras municipais, entidades fiscalizadoras, infraestruturas de transporte e atividades ruidosas permanentes, emitido pela APA em abril de 2007.

3. | Descrição da GIT

3.1 Localização e Extensão

A infraestrutura em análise, Circular Sul de Braga (CSB), encontra-se inserida na sua totalidade no distrito e concelho de Braga (conforme representado na Figura abaixo).



Fig .2 CSB – Circular Sul de Braga

O estudo abrangeu toda a extensão da CSB com uma extensão total de 6,3 km, um perfil de 2x2 vias e revestimento superficial da camada de desgaste actual de SMA (Mistura Betuminosa Stone Mastic Asphalt), conforme se apresenta na Tabela seguinte.

Tabela 1 - Camada de desgaste

CSB – Circular Sul de Braga	Extensão [km]	Camada superficial	Extensão total [km]
Braga (Sul) - Celeirós	2.200	CNS-02	6.300
Celeirós - EN14	1.000	CNS-02	
EN14 - EN309	1.400	CNS-02	
EN309 - EN101	1.000	CNS-02	
EN101 - Circular Sul de Braga	0.700	CNS-02	

Tabela 2 – Caracterização dos Pisos

CSB – Circular Sul de Braga	No modelo	Equivalente
Braga (Sul) - Celeirós	CNS-02	SMA (Mistura Betuminosa Stone Mastic Asphalt),
Celeirós - EN14	CNS-02	SMA (Mistura Betuminosa Stone Mastic Asphalt),
EN14 - EN309	CNS-02	SMA (Mistura Betuminosa Stone Mastic Asphalt),
EN309 - EN101	CNS-02	SMA (Mistura Betuminosa Stone Mastic Asphalt),
EN101 - Circular Sul de Braga	CNS-02	SMA (Mistura Betuminosa Stone Mastic Asphalt),

3.2 Volume e Tipologia de Tráfego

Os valores de tráfego subjacentes à elaboração dos mapas estratégicos de ruído, fornecidos pela Brisa Concessão Rodoviária, apresentam-se na seguinte tabela:

Tabela 3 - Dados de tráfego referente a 2021 – Valor por Sublanço

Classe 1	Diurno	Entardecer	Noturno
CSB	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)
Braga Sul - Celeirós	953	447	102
Celeirós – EN 14	1 548	732	160
Variante EN 14 – EN 309	1 929	839	188
EN 309 – EN 101	2 173	982	212
EN 101 -Circular Sul de Braga	2 440	1 179	248
Classe 2	Diurno	Entardecer	Noturno
CSB	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)
Braga Sul - Celeirós	139	35	15
Celeirós – EN 14	215	54	22
Variante EN 14 – EN 309	73	14	13
EN 309 – EN 101	74	13	12
EN 101 -Circular Sul de Braga	60	9	8
Classe 3	Diurno	Entardecer	Noturno
CSB	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)
Braga Sul - Celeirós	44	9	6
Celeirós – EN 14	56	12	6
Variante EN 14 – EN 309	5	1	0
EN 309 – EN 101	5	1	1
EN 101 -Circular Sul de Braga	4	1	0
Classe 4	Diurno	Entardecer	Noturno
CSB	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)	TMH (veículos/h)
Braga Sul - Celeirós	2	1	0
Celeirós – EN 14	3	1	0
Variante EN 14 – EN 309	14	5	1
EN 309 – EN 101	17	7	1
EN 101 -Circular Sul de Braga	21	9	2

Tabela 4 – Velocidades consideradas

Circular Sul de Braga	Ligeiros (km/h)	Pesados (km/h)
Braga sul / Celeirós	60/80/100	60/80/100
Celeirós /EN 14	80/100	80/100
Variante EN 14/ EN309	50/70/80/100	50/70/80/100
EN 309 – EN 101	60/80	60/80
EN 101 – Nogueira	60/80	60/80

3.3 Barreiras Acústicas

A referida tabela, faz referência as barreiras acústicas existentes assim como as barreiras preconizadas do Plano de Acção

Tabela 5 – Barreiras acústicas

Via	Designação	km Início	km Fim	Plena Via (PV) / Nó	Altura (m)	Tipologia	Barreira Acústica previstas no Plano de Ação	Notas
Ligação à CSB	OEBAE_LCSB_56_D_A	0+056	0+106	PV	4	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAE_LCSB_1458_C_B	1+458	1+480	PV	5	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAE_LCSB_1480_C_C	1+480	1+534	PV	5	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAE_LCSB_1534_C_D	1+534	1+575	PV	3	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAE_LCSB_1586_C_E	1+586	1+656	PV	2,5	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAE_LCSB_1656_C_F	1+656	1+686	PV	5	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_1048_C_G	1+048	1+111	PV	4	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_1888_D_H	1+888	2+074	PV	5	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2190_D_I	2+190	2+226	PV	2	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2226_D_J	2+226	2+310	PV	2	RF	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2220_C_K	2+220	2+287	PV	1,5	RF	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2590_D_L	2+590	2+717	PV	2	RF	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2717_D_M	2+717	2+819	Nó c/ a EN101	2	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2819_D_N	2+819	2+876	Nó c/ a EN101	5	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2767_D_O	2+767	2+849	PV	2	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2850_D_P	2+850	2+867	PV	3	Abs	x	*
CSB	OEBAE_CSB_2867_D_Q	2+867	3+027	Nó c/ a EN101	3	RF	x	*

(*) - Empreitada em curso

Abs - Absorvente

RF - Refletora

Na tabela infra apresentam-se os elementos mais relevantes para a descrição da GIT em análise.

Tabela 6 - Descrição sucinta da GIT - elementos relevantes

Descrição

“Fotografia” aérea

Concelho de Braga-
A CSB, tem início na
saída 8 da A3



PK 0+000
Na portagem junto ao
conjunto habitacional
do Vimieiro



A CSB atravessa alguns conjuntos habitacionais, onde também existe alguma indústria



Nó com a A11 ao pk 1+500



Passagens superiores e
aglomerados habitacionais
após o nó com a A11



Nó com a Av. Miguel Torga
A CSB reinicia a contagem
dos Pks neste nó



Entre o pk 2+800 e o Pk
2+900, está localizado o
hospital privado de Braga



3.4 Municípios Abrangidos

A infraestrutura em análise, Circular Sul de Braga (CSB), encontra-se inserida na sua totalidade no distrito e concelho de Braga. Após a reorganização administrativa do território o Município está subdividido em 37 freguesias. As freguesias atravessadas pela grande infraestrutura de transporte “Circular Sul de Braga” são: Priscos, Figueiredo, Esporões, União de Freguesias de Lomar e Arcos, União de Freguesias de Nogueira, Fraião e Lamações, União de Freguesias de Ferreiros e Gondizalves, União de Freguesias de Vilaça e Fradelos e União de Freguesias de Celeirós, Aveleda e Vimieiro, no entanto, apenas os locais afetados pela GIT são sujeitos a análise.



Fig. 3 Mapa do concelho de Braga

3.5 Caracterização da Envolvente

De acordo com os censos 2011 a população residente no concelho tem, a seguinte configuração ao nível do número de residentes:

No gráfico a seguir seguinte apresenta-se o número de habitantes por cada uma das freguesias atravessadas pela GIT.

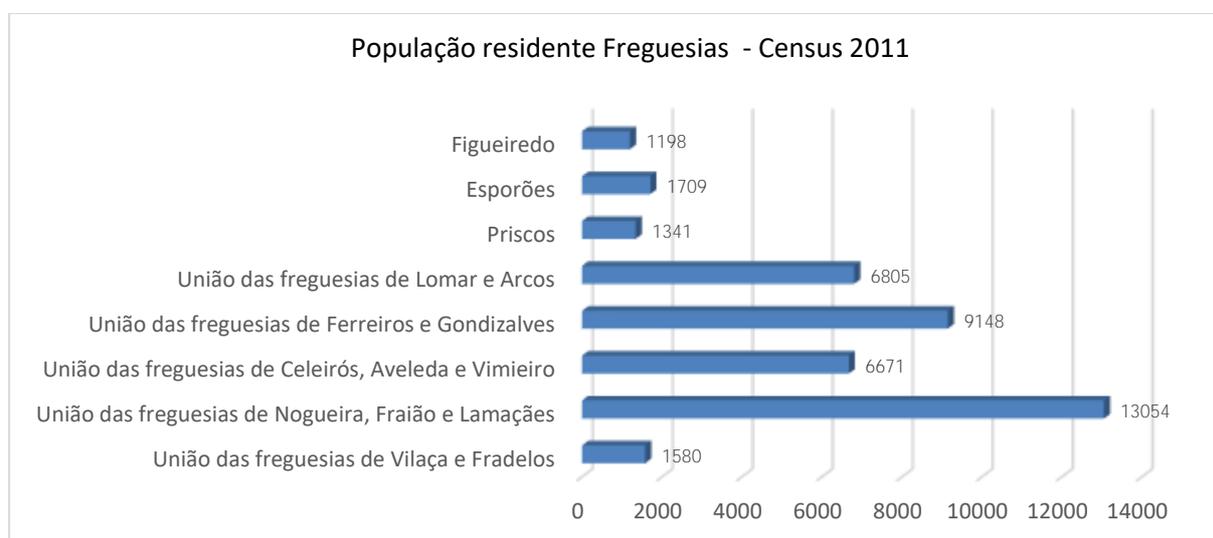
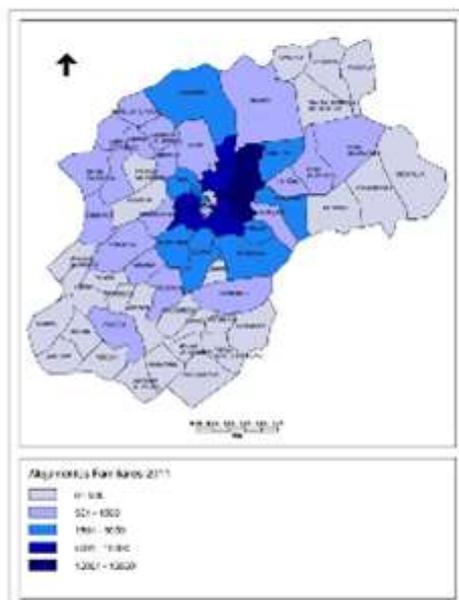


Gráfico 1 - Distribuição da população residente nas freguesias atravessadas pela CSB, pertencentes ao município de Braga

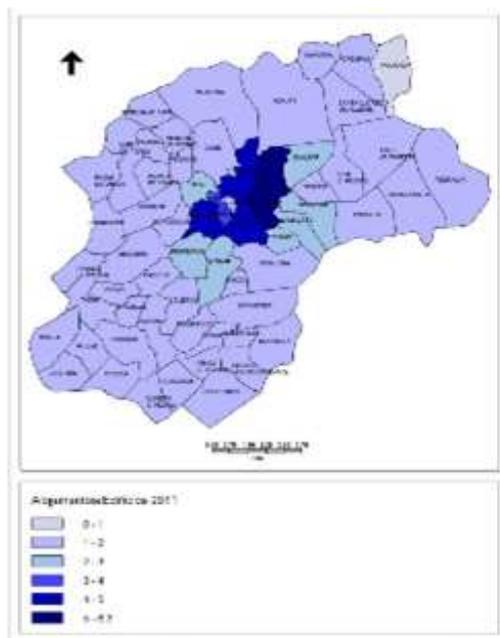
A metodologia de cálculo da população exposta foi realizada com base em informação fornecida pelo INE, por subsecção estatística, tal como referido na tabela resumo de configurações do cálculo utilizado.

Assim, de acordo com a mesma fonte, a utilização do solo ao nível da habitação segue a seguinte configuração:



Distribuição dos alojamentos por freguesias do concelho de Braga, em 2011

Figura N.º 4 - Distribuição dos alojamentos por freguesia (fonte: relatório temático elaborado pelo Município de Braga)



Alojamentos por edifício nas freguesias do concelho de Braga, em 2011

Figura N.º 5 - Mapa dos alojamentos por edifício (fonte: Relatório Temático elaborado pelo Município de Braga)

A CSB está inserida numa zona maioritariamente urbana, existindo alguns recetores sensíveis na envolvente da GIT (definindo-se como “recetores” todas as edificações e locais passíveis de serem afetados, de alguma forma, pela grande infraestrutura de transporte).

Tabela 7 - Dados populacionais sobre as freguesias atravessadas pela Circular Sul de Braga

Freguesia	População [nº]	Área [km ²]	Densidade populacional [hab./km ²]	Tipo
Figueiredo	1198	5,23	230	Predominantemente Urbana
Esporões	1709	3,64	470	Predominantemente Urbana
Priscos	1341	1,86	721	Predominantemente Urbana
União de Freguesias de Lomar e Arcos	6805	4,01	1697	Cidade
União de Freguesias de Ferreiros e Gondizalves	9148	4,26	2137	Cidade
União de Freguesias de Celeirós, Aveleda e Vimieiro	6671	5,22	1278	Cidade
União de Freguesias de Nogueira, Fraião e Lamações	13054	2,58	5060	Cidade
União de Freguesias de Vilaça e Fradelos	1580	1,23	1285	Predominantemente Urbana

Instituto Nacional de Estatística -INE 2011

No que respeita ao uso do solo e ao ambiente sonoro da envolvente da GIT, de acordo com os dados recolhidos junto do Município de Braga, na generalidade das freguesias atravessadas não existem equipamentos sensíveis numa faixa de 300m para cada lado do troço em análise, exceção seja feita ao hospital existente na freguesia de Nogueira. Existem no entanto, alguns recetores sensíveis dentro dessa faixa, que são as habitações mais próximas.

4. | Entidades Competentes

Os Mapas Estratégicos de Ruído, bem como os Planos de Ação e de redução de ruído das grandes infraestruturas de transporte (rodoviário, ferroviário e aéreo) são elaborados pelas entidades responsáveis pela exploração da respetiva infraestrutura. A Agência Portuguesa do Ambiente (APA) estabeleceu nas Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (2011) que as GIT que atravessam e/ou influenciam as aglomerações em termos sonoros devem disponibilizar os resultados dos seus mapas e os dados que lhe deram origem (dados de entrada do modelo de cálculo, opções de cálculo adotadas) aos respetivos municípios, em formato que permita a sua integração nos mapas estratégicos de ruído daqueles municípios.

As competências em matéria do controlo do ambiente sonoro, por parte das autarquias não é de agora. O atual RGR atribui especial protagonismo aos municípios que são incumbidos de tomarem todas as medidas adequadas para o controlo e minimização dos incómodos causados pelo ruído resultante de quaisquer atividades (artigo 4.º, n.º 3 do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro).

Neste contexto, é de referir que grande parte dos municípios dispõem já de mapas de ruído que vão sendo incorporados em sede de revisão de Planos Diretores Municipais ou de elaboração de Planos de Pormenor ou Planos de Urbanização, sendo ainda responsáveis pela elaboração de Planos de Redução de Ruído ao nível municipal. De acordo com a legislação em vigor, a proteção dos recetores sensíveis na vizinhança de infraestruturas de transporte com licenciamento posterior às autoestradas não é da responsabilidade das concessionárias dessas infraestruturas rodoviárias. Com efeito, os municípios têm obrigação de impor restrições, quer ao nível dos planos, quer no licenciamento de usos sensíveis em zonas com níveis de ruído acima dos limites regulamentares. Com efeito, o número 4, do artigo 6º do RGR, define que **“os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, 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 programada”**.

5. Definições e enquadramento legal

5.1 Definições

Absorção sonora - fenómeno físico que traduz a atenuação parcial da energia de uma onda sonora por um elemento;

Atividade ruidosa permanente - 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;

Acústica – ciência que analisa a produção, o controlo, a transmissão e a receção do som bem como os efeitos do ruído no fenómeno da audição;

Aglomerção – Um Município com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado (conforme Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro);

AIA – avaliação de impacto ambiental;

APA – Agência Portuguesa do Ambiente;

Asfalto – asfalto ou betão betuminoso é um revestimento rodoviário constituído por uma mistura de inertes de diferente granulometria e ligante;

Avaliação acústica – verificação da conformidade de situações específicas de ruído com os limites fixados.

BBD – betão betuminoso drenante;

BB- Betão betuminoso

BE (n) – barreira existente, número;

BMB – betão modificado de borracha;

BP (n) – barreira proposta, número.

CCZ – carta de classificação de zonas;

Difração sonora – fenómeno físico que traduz o fracionamento de uma onda sonora por um obstáculo. Este fenómeno existe sempre que o comprimento da onda sonora é da mesma ordem de grandeza do obstáculo que encontra;

DRA – Diretiva Ruído Ambiente;

DL_R - Índice de Isolamento Sonoro, de acordo com a Norma NP EN 1793-2;

DL_{α} - Índice de Absorção Sonora, de acordo com a Norma NP EN 1793-1.

Efeitos prejudiciais – os efeitos nocivos para a saúde e bem-estar humanos.

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;

Fonte de ruído pontual – quando a dimensão da fonte sonora em relação ao seu receptor, localizado a uma distância d , se pode assemelhar a um ponto, esta denomina-se fonte pontual. Quando uma fonte desta natureza se localiza próximo do solo, a energia emitida propaga-se segundo um semi-hemisfério e o nível de pressão sonora L_p diminuirá cerca de 6dB sempre que a distância à fonte duplica (esta atenuação indicada só contabiliza a influência da divergência geométrica da distância e ou outros fatores que também estão envolvidos na atenuação sonora não são levados em consideração);

Fonte de ruído linear – quando a origem do som se assemelha a uma linha, por exemplo, o tráfego rodoviário resulta da junção de múltiplas fontes pontuais que emitem ruído num período simultâneo. O resultado da reunião de todas estas fontes pontuais ao longo de uma estrada pode-se assemelhar a uma *Fonte Linear*. Neste caso, a energia acústica propaga-se segundo um semi-tronco cilíndrico e o nível de pressão sonora L_p diminuirá 3dB quando a distância à fonte duplica (esta atenuação indicada só contabiliza a influência da divergência geométrica da distância e ou outros fatores que também estão envolvidos na atenuação sonora não são levados em consideração);

Grande infraestrutura de transporte rodoviário (GIT) – o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional, identificados por um Município ou pela EP – Estradas de Portugal, E.P.E., onde se verifiquem mais de três milhões de passagens de veículos por ano.

Indicador de ruído – parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma possível relação com um efeito prejudicial;

INE – Instituto Nacional de Estatística;

Infraestrutura de transporte – a instalação e meios destinados ao funcionamento de transporte aéreo, ferroviário ou rodoviário;

Intervalo de tempo de longa duração – intervalo de tempo especificado para o qual o resultado das medições são representativos. O intervalo de tempo de longa duração consiste em uma série de intervalos de tempo de referência, e é determinado com o fim de descrever o ruído ambiente, sendo, geralmente, fixado pelas autoridades responsáveis;

Intervalo de tempo de medição – intervalo de tempo ao longo do qual se integra e determina a média quadrática da pressão sonora (em geral, ponderada A);

Intervalo de tempo de referência – intervalo de tempo a que se pode referir o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A. Pode ser especificado nas normas internacionais ou nacionais ou pelas autoridades locais para abranger as atividades humanas típicas e as variações dos modos de funcionamento das fontes sonoras.

LBC – Betão clássico leve.

Mapa de ruído (MR) – descritor de 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);

Mapa de ruído parcial – descritor do ruído ambiente exterior correspondente a uma determinada área parcial do total do território dum Município, 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);

Mapa de ruído sectorial – descritor do ruído ambiente exterior para um determinado sector de atividade e/ou entidade, 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);

Mapa estratégico de ruído (MER) – mapa para fins de avaliação global da exposição ao ruído ambiente exterior, em determinada zona, devido a várias fontes de ruído, ou para fins de estabelecimento de previsões globais para essa zona (conforme Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro);

MBGD – mistura betuminosa de granulometria descontínua;

MBBR - microbetão betuminoso rugoso, é uma mistura betuminosa de granulometria descontínua, composta por um esqueleto em agregados grossos britados, ligados com uma argamassa betuminosa. É geralmente formulada com aditivos e/ou ligantes modificados, para permitir um aumento do teor em ligante e reduzir a segregação entre os grossos e a argamassa

MBR BMB – microbetão betuminoso rugoso, com betume modificado de borracha;

MB BMB – mistura betuminosa com betume modificado de borracha.

MC – mapa de conflito é uma ferramenta de gestão de ruído que permite de uma forma expedita e visual identificar zonas em sobreexposição face a um referencial, normalmente legislativo.

PA – plano de ação;

PDM – plano director municipal;

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 (conforme DL 9/2007):

- ✓ Período diurno – das 7 às 20 horas;
- ✓ Período do entardecer – das 20 às 23 horas;
- ✓ Período noturno – das 23 às 7 horas;

Planeamento acústico – o controlo do ruído futuro, através da adoção de medidas programadas, tais como o ordenamento do território, a engenharia de sistemas para a gestão do tráfego, o planeamento da circulação e a redução do ruído por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo do ruído na fonte;

Plano de ação – documento planificador destinado a gerir o ruído no sentido de minimizar os problemas resultantes, nomeadamente pela redução do ruído;

PMMR – plano municipal de redução de ruído;

PP – plano de pormenor;

PARR – plano de ação de redução de ruído.

Receptor – pessoa ou grupo de pessoas que estão (ou que se prevê venham a estar) expostas ao ruído ambiente;

Receptor sensível – o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

Revestimento de pavimentos – camada superficial da estrutura de um pavimento de uma via rodoviária que pode apresentar diversas texturas;

RGR – Regulamento Geral de Ruído (DL 9/2007 de 17 de Janeiro);

RMR – Regulamento Municipal de Ruído;

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios;

RSAA – Regulamento sobre o Ambiente Acústico;

Rugosidade de pavimentos – irregularidades produzidas pelas dimensões, forma e angularidade de um agregado;

Ruído – sons desagradáveis, não desejados ou sem conteúdo informativo para o ouvinte, classificados de uma forma qualitativa;

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;

Ruído de vizinhança – o ruído associado ao uso habitacional e às atividades que lhe são inerentes, produzido diretamente por alguém ou por intermédio de outrem, por coisa à sua guarda ou animal colocado sob a sua responsabilidade, que, pela sua duração, repetição ou intensidade, seja suscetível de afetar a saúde pública ou a tranquilidade da vizinhança;

Ruído particular – componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

Ruído residual – o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada.

SC – separador central.

SMA - Mistura betuminosa *Stone Mastic Asphalt*

Zona mista – a área definida em plano municipal de ordenamento de território, cuja ocupação seja afecta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

Zona sensível - a área definida em plano municipal de ordenamento de 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 noturno;

Zona tranquila de uma aglomeração – uma zona delimitada pela câmara municipal, no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que está exposta a um valor de L_{den} igual ou inferior a 55dB (A) e de L_n igual ou inferior a 45dB (A), como resultado de todas as fontes de ruído existentes;

Zona urbana consolidada – a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Zona de conflito – a área geograficamente limitada, na qual o valor de exposição sonora se encontra acima dos valores limite referidos no RGR.

5.2 Enquadramento Legal

O Regulamento Geral de Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, constitui o diploma legal fundamental em matéria de prevenção e controlo da poluição sonora. Na tabela seguinte encontram-se resumidos os principais diplomas legais ao nível da regulamentação da poluição sonora.

Tabela 8 - Resumo da legislação aplicável em matéria de poluição sonora

DIPLOMA LEGAL	SUMÁRIO
Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro – Regulamento Geral de Ruído	<p>Estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição sonora, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações.</p> <p>(Revoga o Regime Legal sobre Poluição Sonora consagrado no Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de novembro, com as alterações que lhe foram introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 de novembro)</p> <p>Retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março e alterados os artigos 4.º e 15.º pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto</p>
Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro,	<p>Procede à primeira alteração e república o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, e altera o regime de avaliação e gestão do ruído ambiente</p>
Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho	<p>Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.</p>
Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de agosto	

Os requisitos mínimos definidos para os MER associados a GIT, à luz do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019 de 6 de setembro, encontram-se sumariados na tabela seguinte.

Tabela 9 - Quadro resumo das atribuições das GIT em matéria de poluição sonora

Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro

Um mapa estratégico de ruído é uma apresentação dos dados referentes a um dos seguintes aspetos:

- ✓ Situação acústica existente ou prevista em função de um indicador de ruído;
- ✓ Ultrapassagem de um valor limite;
- ✓ Número estimado de habitações, escolas e hospitais numa determinada zona que estão expostas a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- ✓ Número estimado de pessoas localizadas numa zona exposta ao ruído.

Os mapas estratégicos de ruído podem ser apresentados sob a forma de:

- ✓ Dados numéricos em quadros;
- ✓ Dados numéricos sob forma eletrónica.

Os mapas estratégicos de ruído são utilizados para os seguintes fins:

- ✓ Proporcionar uma base de dados que sustente a informação a enviar à Comissão Europeia, de acordo como estabelecido no artigo 15.º e no anexo VI;
- ✓ Construir uma fonte de informação para os cidadãos, de acordo com o estabelecido no artigo 13.º;
- ✓ Servir de base para elaboração dos planos de ação, de acordo com o estabelecido no artigo 10.º
- ✓ Os mapas estratégicos de ruído são apresentados de acordo com o respetivo fim, com a informação tratada em função da utilização do mapa.

Os requisitos mínimos para os mapas estratégicos de ruído relativos aos dados a enviar à Comissão Europeia são estabelecidos nos n.ºs 1.5, 1.6, 2.5, 2.6 e 2.7 do anexo VI.

Para fins de informação aos cidadãos, de acordo com o estabelecido no artigo 13.º, e de elaboração dos planos de ação, de acordo com o previsto no artigo 10.º do presente decreto-lei, são necessárias informações adicionais e mais pormenorizadas, tais como:

- ✓ Uma representação gráfica;
- ✓ Mapas em que é apresentada a ultrapassagem de um valor limite (mapas de conflito);
- ✓ Mapas diferenciais em que a situação existente é comparada com diferentes situações futuras possíveis;

- ✓ Mapas em que é apresentado o valor de um indicador de ruído a uma altura diferente de 4 m, se adequado.

Os mapas estratégicos de ruído para aplicação local, regional ou nacional são elaborados para uma altura de avaliação de 4 m e gamas de valores de L_{den} e de L_n de 5 dB(A), conforme definido nos n.ºs 1.5, 1.6, 2.5 e 2.6 do anexo VI.

A elaboração do mapa estratégico de ruído deve seguir as orientações expressas no guia de boas práticas publicado pela Comissão Europeia, contendo no mínimo a isófona de 55 dB(A) para o indicador L_{den} e a isófona de 45 dB(A) para o indicador L_n .

6.1 Classificação Acústica e Ações Previstas pelos Municípios

A legislação Portuguesa estabelece limites de exposição ao ruído exterior, de acordo com a classificação do solo em relação à sua utilização. Assim, de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007 e o Decreto-Lei n.º 146/2006, (alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro), que transpõem para a lei nacional a diretiva comunitária, os valores limite são os seguintes:

Tabela 10 - Valores limite de exposição ao ruído ambiente exterior

Classificação de Zonas	Lden [dB (A)]	Ln [dB (A)]
Zonas Mistas	65	55
Zonas Sensíveis	55	45
Zonas Sensíveis na Proximidade de uma Grande Infraestrutura de Transporte	65	55
Recetores Sensíveis em Zonas não Classificadas	63	53

O município de Braga tem o mapa de ruído elaborado e nesse documento estão identificadas com as principais fontes de ruído as rodovias. Nesse documento foram também identificados alguns equipamentos de desporto ao ar livre nomeadamente um campo de tiro e um kartódromo. O Município de Braga dispõe de classificação zonal em sede de PDM (Plano Diretor Municipal - <http://pdmbraga.cm-braga.pt/index.php>), a maioria do concelho está classificado como zona mista, nomeadamente as áreas atravessadas pela GIT.

7. | Mapa estratégico de ruído

7.1 Metodologia

Para a execução do presente estudo foi adotada a seguinte metodologia:

- ✓ Conceção do modelo do terreno;
- ✓ Altimetria do terreno;
- ✓ Implantação da(s) via(s) rodoviárias e respetivas características (tráfego, velocidade de circulação e camadas de desgaste);
- ✓ Implantação de edifícios;
- ✓ Implantação de barreiras acústicas;
- ✓ Definição de configurações de cálculo;
- ✓ Validação das fontes sonoras introduzidas no modelo, por recurso a medições de ruído em locais estratégicos, e acusticamente representativos do local;
- ✓ Cálculo da propagação sonora com os dados atualizados / Elaboração de Mapas de Ruído;
- ✓ Identificação dos recetores sensíveis sobreexpostos
- ✓ Cálculo da população exposta.

7.2 Dados de cartografia

A base cartográfica sobre a qual se realizaram os mapas estratégicos de ruído consistiu dos seguintes elementos:

- ✓ Cartografia vetorial georreferenciada, em formato DWG, à escala 1:10.000, numa faixa com cerca de 300 m para cada lado do eixo da via, constituída pelos seguintes elementos:
- ✓ Altimetria, constituída por pontos cotados e curvas de nível, a 3D, com uma equidistância de 5 m;
- ✓ Planimetria, constituída por elementos cotados tridimensionalmente, nomeadamente: eixos de via, bermas, muros e vedações, pontes, viadutos, Passagens Superiores e Inferiores, toponímia e edifícios, com separação segundo os usos;

- ✓ Elementos altimétricos **complementares** “*breaklines*”, **versão cotada em Z de alguns dos** elementos da planimetria, designadamente: bermas, linhas de água, taludes, aterros e desaterros e muros de suporte.

A entidade proprietária é a Brisa Concessão Rodoviária. Entidade produtora foi a Artescan - 3D Scanning. O número da homologação é: Processo nº 601.

7.2.1 Sistema de referência

Os sistemas de referência utilizados são os descritos abaixo:

Referencial Planimétrico

PT-TM06/ETRS 89

Elipsoide referência: GRS80

Projeção cartográfica: Transversa de Mercator

Origem das Coordenadas Retangulares

Latitude: 39°40'05'', 73 N

Longitude: 8°07'59'', 19 W

- Falsa origem: M=0 metros; P=0 metros
- Fator de Escala no Meridiano Central: 1.0

Referencial Altimétrico

Datum Cascais (1938)

7.2.2 Exatidão posicional

A exatidão posicional é determinada através do cálculo do erro médio quadrático (EMQ) dos desvios medidos entre as coordenadas da representação cartográfica.

ESCALA 1:10.000

- ✓ Exatidão planimétrica:
 - Exatidão planimétrica (E.M.Q) ≤ 1.50 m
 - 90% pontos com desvio máximo planimétrico ≤ 2.30 m
- ✓ Exatidão altimétrica:
 - Exatidão altimétrica (E.M.Q) ≤ 1.70 m
 - 90% pontos com desvio máximo altimétrico ≤ 2.75 m

7.2.3 Datas de referência

Datas de referência no âmbito da cartografia utilizada:

- ✓ Cobertura aérea e respetivo processamento: entre os meses de abril e setembro de 2018;
- ✓ Apoio fotogramétrico e triangulação aérea: entre os meses de maio e setembro de 2018;
- ✓ Restituição fotogramétrica: entre os meses de junho de 2018 a março de 2019;
- ✓ Completagem de Campo: entre meses de julho de 2018 a março de 2019;
- ✓ Edição Cartográfica: entre os meses de julho de 2018 a abril de 2019.

Para mais informações consultar: [Registo Nacional de Dados Geográficos - Direção-Geral do Território \(dgterritorio.gov.pt\)](http://dgterritorio.gov.pt)

7.3 Métodos de cálculo

Com a entrada em vigor do decreto lei 136-A/2019, de 6 de Setembro que transpõe para o direito nacional a Diretiva (UE) 2015/996 (CNOSSOS-EU – Common Noise Assessment Methods in Europe), o novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído é o método CNOSSOS-EU, substituindo o método francês “NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”, anteriormente preconizado.

Descrição do método CNOSSOS-EU

Atendendo às dimensões reduzidas dos veículos automóveis, o tráfego rodoviário pode ser modelado como um número de fontes pontuais igual ao número de veículos que nela circulam, a moverem-se com velocidades iguais às dos respetivos veículos e com um nível de potência sonora, Ponderado A, L_{AW} , função da velocidade, do tipo de veículo, do perfil longitudinal e do fluxo de tráfego.

No entanto, atendendo a que se pretende utilizar a integração dos níveis sonoros de longa duração (nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A) com uma representatividade anual, num determinado recetor, a fonte de tráfego rodoviário é modelada, pelo *software*, como uma fonte linear, sendo o fluxo de tráfego representado por uma fonte em linha.

No âmbito do presente MER foram utilizadas duas fontes de ruído lineares, uma por cada sentido da autoestrada modelada.

De acordo com o método CNOSSOS-EU, a potência sonora direcional da fonte em linha por metro na banda i de frequências é calculada através da seguinte fórmula:

$$L_{W',eq,lmz,i,m} = L_{W,i,m} + 10 \times \lg\left(\frac{Q_m}{1\,000 \times v_m}\right)$$

em que,

- o $L_{W,i,m}$ é a potência sonora direcional de cada veículo;
- o Q_m é o fluxo de tráfego, expresso em veículos/hora por período de referência e por tipo de veículo;
- o v_m é a velocidade média (km/h).
- o No método CNOSSOS-EU, os veículos estão divididos em 5 classes (quadro [2.2.a] da Diretiva 2015/996, transposto pelo DL 136A/2019), de acordo com as suas características de emissão sonora (ver figura abaixo).

Tabela 11 – Classes de veículos definidas no CNOSSOS-EU

Categoria	Nome	Descrição	Categoria de veículo na homologação CE de veículos completos ⁽¹⁾	
1	Veículos a motor ligeiros	Automóveis, furgonetas ≤ 3,5 t, SUV ⁽²⁾ , MPV ⁽³⁾ , incluindo reboques e caravanas	M1 e N1	
2	Veículos pesados médios	Veículos pesados médios, furgonetas > 3,5 t, camionetas e autocarros, autocaravanas etc. com dois eixos e pneus duplos no eixo da retaguarda	M2, M3, N2 e N3	
3	Veículos pesados	Veículos pesados, autocarros de turismo, camionetas e autocarros com três ou mais eixos	M2 e N2 com reboque, M3 e N3	
4	Veículos a motor de duas rodas	4a	Ciclomotores de duas, três e quatro rodas	L1, L2, L6
		4b	Motociclos com ou sem carro lateral, triciclos e quadriciclos	L3, L4, L5, L7
5	Categoria aberta	A definir em função das necessidades futuras.	ND	

⁽¹⁾ Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos (JO L 263 de 9.10.2007, p. 1).

⁽²⁾ Sport Utility Vehicles (veículos utilitários desportivos).

⁽³⁾ Multi-Purpose Vehicles (veículos para fins múltiplos).

As primeiras 4 categorias são de entrada obrigatória no software utilizado para o cálculo dos MER e a quinta categoria é facultativa (destina-se a novos veículos que venham a ser desenvolvidos no futuro e

cujas emissões sonoras sejam suficientemente diferentes para necessitarem da definição de uma categoria adicional).

Neste método, são consideradas duas fontes de ruído rodoviário:

- ✓ Ruído de rolamento devido à interação entre o pneu e a estrada;
- ✓ Ruído propulsão gerado pelo grupo motopropulsor (motor, escape etc.) do veículo.

Nas categorias de veículos 1, 2 e 3 a potência sonora total corresponde à soma energética do ruído de rolamento e do ruído de propulsão. Na categoria 4 (veículos de 2 rodas) apenas se considera como fonte o ruído de propulsão, por ser o mais relevante.

A modelação de vias de tráfego rodoviário necessita da seguinte informação:

- ✓ Eixo da via, devidamente cotada na cartografia;
- ✓ Largura e inclinação da via;
- ✓ Aferição dos dados de tráfego com distinção das categorias definidas, por período de referência (diurno/entardecer/noturno);
- ✓ Características do piso;
- ✓ Limites de velocidade ligeiros/pesados.

Programa de modelação e opções de cálculo

O modelo de previsão utilizado foi o CadnaA, versão 2021, com a opção XL. O programa CadnaA cumpre todos os requisitos apresentados na Diretiva Comunitária 2002/49/CE (alterada pela da Diretiva 2015/996, transposto pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro), quer no que se refere aos métodos de cálculo utilizados, quer no que respeita a funções que disponibiliza. Assim, tem capacidade de calcular e atribuir níveis de ruído às fachadas dos edifícios, com base no som incidente apenas, de **calcular a população exposta a determinados intervalos de nível de ruído, com e sem “fachada calma”**, de calcular todos os parâmetros necessários (L_{den} , L_d , L_e e L_n) e de calcular **“Mapas de Conflito”**. Tem ainda capacidade de importar e exportar dados em formatos DXF e de SIG, bem como de exportar dados para formato HTML para facilidade de publicação de mapas de ruído numa página Web, para informação pública.

Tabela 12 - Resumo das configurações de cálculo utilizado

Geral	Software e versão utilizada	Cadna A
	Máximo raio de busca ¹	1.5km
	Ordem de reflexão	2.ª ordem
	Erro máximo definido para o cálculo	2dB (A)
	Métodos/normas de cálculo	CNOSSOS
	Absorção do solo	G = 0,7 por defeito; G = 0 na estrada
Meteorologia	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/noturno	Diurno: 50%; Entardecer: 75%; Nocturno: 100%
	Temperatura	15°C
	Humidade relativa	70%
Mapa	Malha de cálculo (básico/detalhado)	10x10
	Tipo de malha de cálculo (fixa/variável)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros do solo

¹ No caso particular de um MER de uma GIT de tráfego rodoviário, com uma área de cálculo de 300 m para cada lado do eixo da via, qualquer recetor estará, no máximo, a 300 m do ponto mais próximo da via pelo que, na prática, a diferença de resultados entre um raio de busca de 1500 ou superior é negligenciável.

Avaliação nas fachadas/população exposta

Distância recetor/fachada	0.05m
Distância mínima recetor/refletor	3,5m
Altura dos recetores de fachada	4m
Tipo de nível de ruído atribuído ao edifício (máximo/médio)	L_{max} (método END)
Modo de atribuição da população a edifícios ²	Dispomos dos dados estatísticos do INE ao nível da subsecção estatística. Tendo sido utilizado o Método CNOSSOS-EU, distribuição em intervalos regulares nos pontos de receção nas fachadas dos edifícios.

² Conforme Decreto-Lei n.º 136A-2019 de 06 de setembro do CONOSSOS-EU, concretamente caso 1B do ponto 2.8:

Conhece-se o número de habitantes apenas para entidades maiores do que um edifício, por exemplo lados de quarteirões, quarteirões, bairros ou mesmo municípios inteiros. Neste caso, estima-se o número de habitantes de um edifício com base no volume do edifício.

7.4 Dados relativos a ruído ambiental

Dados de base meteorológicos

Na inexistência de dados relativos aos parâmetros meteorológicos nos formatos solicitados pelo modelo de cálculo utilizado, seguiu-se a recomendação da APA relativa à adoção das seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído:

- ✓ Período diurno 50%
- ✓ Período entardecer 75%
- ✓ Período noturno 100%

Dados de base das fontes de ruído

As fontes de ruído consideradas neste estudo consistem única e exclusivamente no tráfego rodoviário que circula ao longo da Circular Sul de Braga. Não são, portanto, consideradas outras fontes de ruído, como sejam o tráfego nas vias de acesso e de viadutos e ramos dos nós desta infraestrutura rodoviária.

Tendo em conta os requisitos do método de cálculo CNOSSOS-EU a Brisa Concessão Rodoviária forneceu os seguintes dados essenciais para a caracterização física e acústica (dados de emissão) das vias em questão:

- ✓ tipo de camada de desgaste colocado na CSB;
- ✓ tráfego para cada sublanço em estudo, por período de referência, que permitiu a distinção do mesmo pelas 4 classes de veículos definidas no CNOSSOS_EU;
- ✓ limites de velocidade de circulação, em km/h ao longo da CSB.

Dados de base de obstáculos à propagação de ruído

No âmbito da modelação do ruído ambiental, foram incluídas no modelo barreiras acústicas implementadas ou em fase de implementação pela Concessionária.

Dados sobre a população e uso do solo

Foi compilada informação sobre a população e usos do solo na área de estudo, tendo sido diferenciados os recetores sensíveis (edifícios habitacionais, escolas e hospitais) dos recetores não sensíveis (restantes

usos). Assim agruparam-se os usos de acordo com o que consta na respetiva legenda, que se reproduz na figura seguinte.

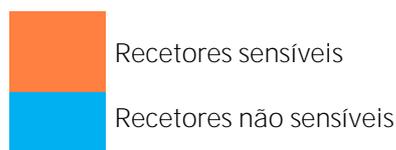


Fig.6 Tipo de uso de edifícios (anexo I.1 e I.2)

Uma vez identificados no modelo os edifícios com uso residencial, foi necessário atribuir população a cada um desses edifícios, ou seja, estimar quantas pessoas habitam em cada edifício residencial de modo a que, uma vez calculados os indicadores de nível de ruído incidente na respetiva fachada, se possa incluir esse número de pessoas na devida classe de exposição, com intervalos de 5 dB, como definido no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.

Os dados sobre a população em Portugal são compilados pelo INE (Instituto Nacional de Estatística), sendo os dados mais atualizados os relativos aos Censos 2011 – XV Recenseamento Geral da População e V Recenseamento Geral da Habitação. Atualmente esses dados estão disponíveis numa Base Geográfica de Referenciação de Informação (BGRI), que se desenvolve segundo uma estrutura poligonal hierárquica cuja unidade elementar de representação é a subsecção estatística.

A subsecção estatística constitui o nível máximo de desagregação e caracteriza-se por estar associada ao código e ao topónimo do lugar de que faz parte, correspondendo ao quarteirão em termos urbanos, sempre que tal signifique a possibilidade da delimitação ser efetuada com base nos arruamentos ou no limite do aglomerado, ao lugar ou parte do lugar sempre que tal não aconteça e à área complementar nos casos em que qualquer das definições anteriores não seja aplicável, situação em que assume a designação genérica de subsecção residual. O número total de subsecções em Portugal ascende a 178 364, fazendo com que a BGRI 2011 se constitua como a mais completa, desagregada e exaustiva cobertura homogénea do país, disponível em formato digital e relativa a uma única data de referência.

Tendo em conta os polígonos da BGRI, com dados de população residente em cada subsecção, e a capacidade/volume de cada edifício, definida pela área do polígono que define cada edifício

individualmente, multiplicada pelo número de pisos de cada edifício (correspondente aproximadamente à altura da sua cêrcea a dividir por 3), foi possível estimar o número de residentes em cada edifício de habitação.

7.5 Calibração do modelo e validação dos mapas de ruído

Os resultados obtidos a partir do *software* de previsão representam médias anuais para os três períodos de referência, tal como recomendado pela APA. Assim, a validação dos resultados, utilizando medições de longa duração junto aos eixos rodoviários principais, *in situ*, de concretizar os critérios subjacentes à escolha dos locais, entre outros:

- ✓ Influência predominante de um só tipo de fonte;
- ✓ Valores de ruído previstos próximos ou que ultrapassam os limites de L_n e L_{den} regulamentares no perímetro da zona urbanizada mais próxima da fonte;
- ✓ Resultados que suscitam dúvidas;

levando em consideração a incerteza introduzida para este tipo de medições, quando extrapoladas para uma média anual.

Foram feitas medições de longa duração nos três períodos de referência, junto ao eixo viário em análise. Estas medições foram realizadas em novembro e dezembro de 2021 de acordo com o método estabelecido pela norma NP EN ISO 1996-1,2.

Foram calculados os erros introduzidos pelos pressupostos assumidos. Comparando os resultados obtidos com e sem as simplificações consideradas chegou-se à conclusão que as alterações introduzidas são desprezáveis face à melhoria encontrada relativamente ao tempo de cálculo. Para um nível de confiança de 95% o erro máximo encontrado é de 2dB (A).

7.5.1 Localização dos pontos de medição

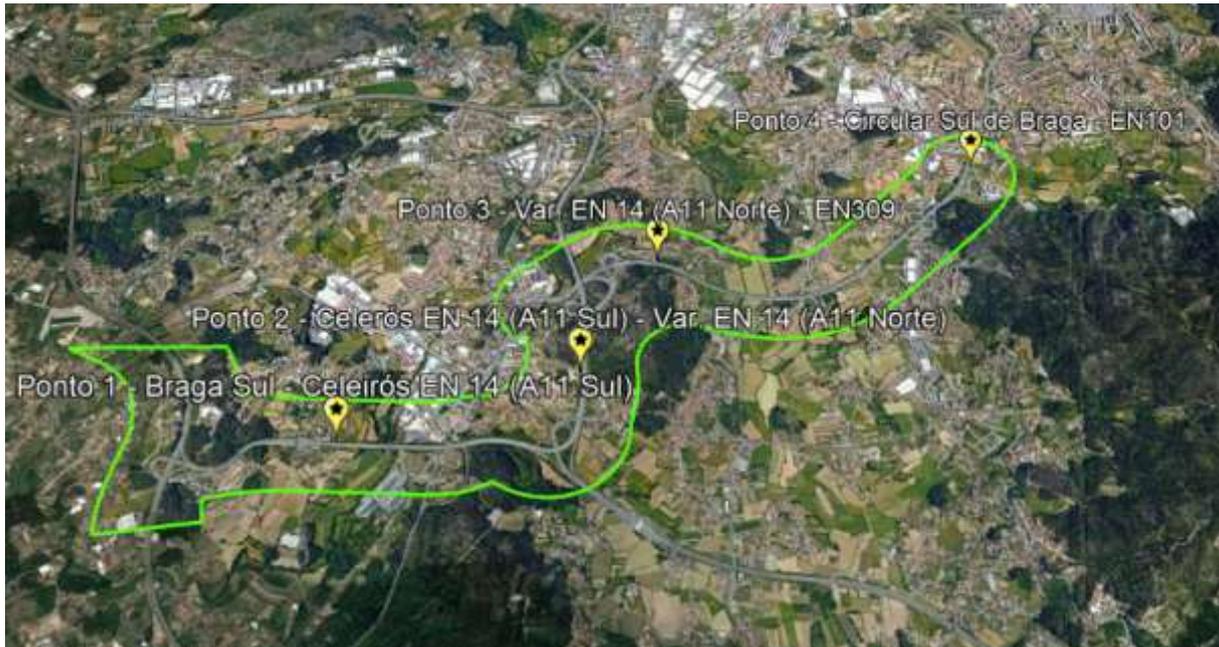


Fig. 7 Localização dos pontos de medição

Tabela 13 - Pontos de Medição

Pontos de medição	Altura de medição
Ponto 1 – (41.507903, -8.461001)	4,00m
Ponto 2 – (41.512182, -8.444764)	4,00m
Ponto 3 – (41.519689, -8.414653)	4,00m
Ponto 4 – (41.527205, -8.414653)	4,00m

Gráfico n.º 2 - Medição de longa duração

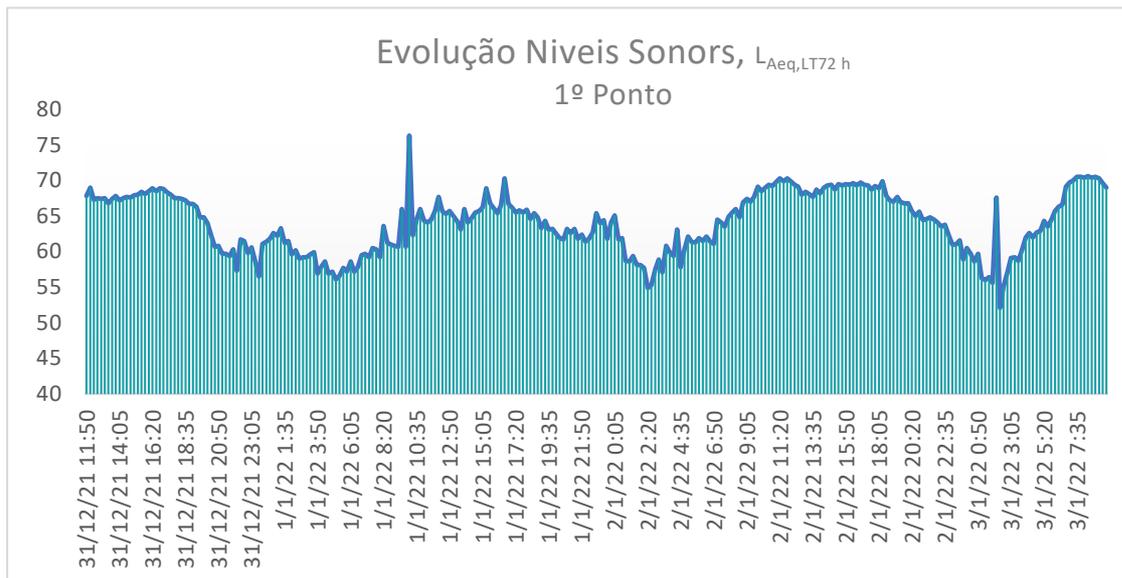


Gráfico n.º 3 - Medição de longa duração

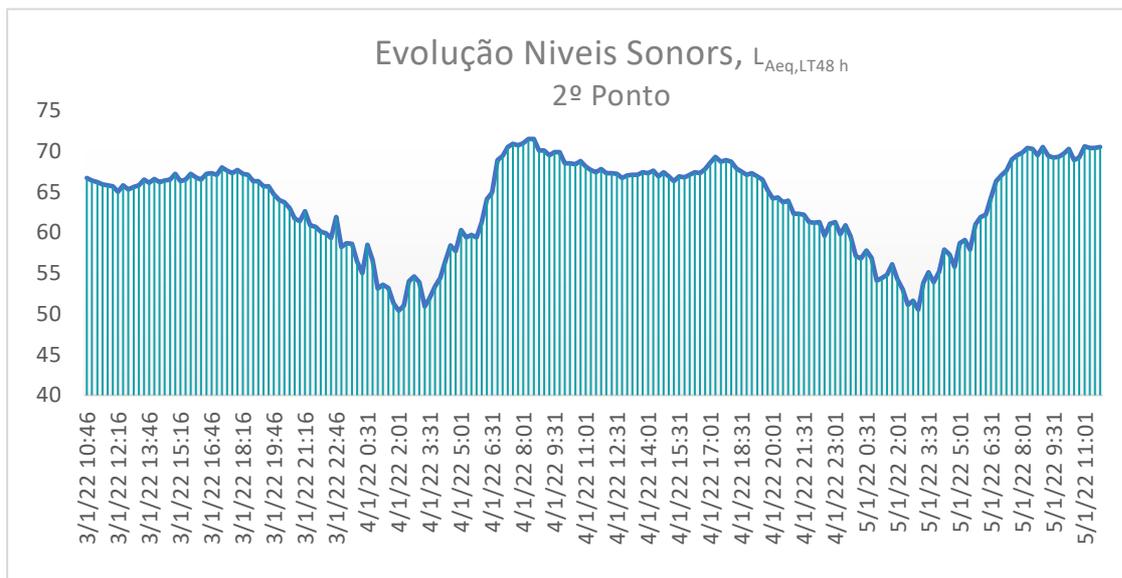


Gráfico n.º 4 - Medição de longa duração

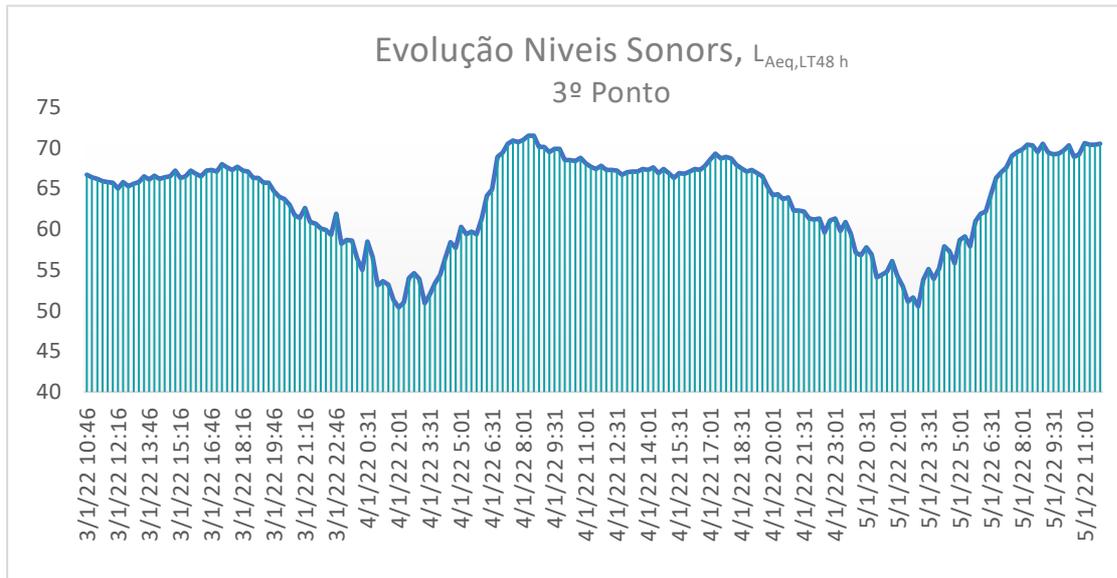
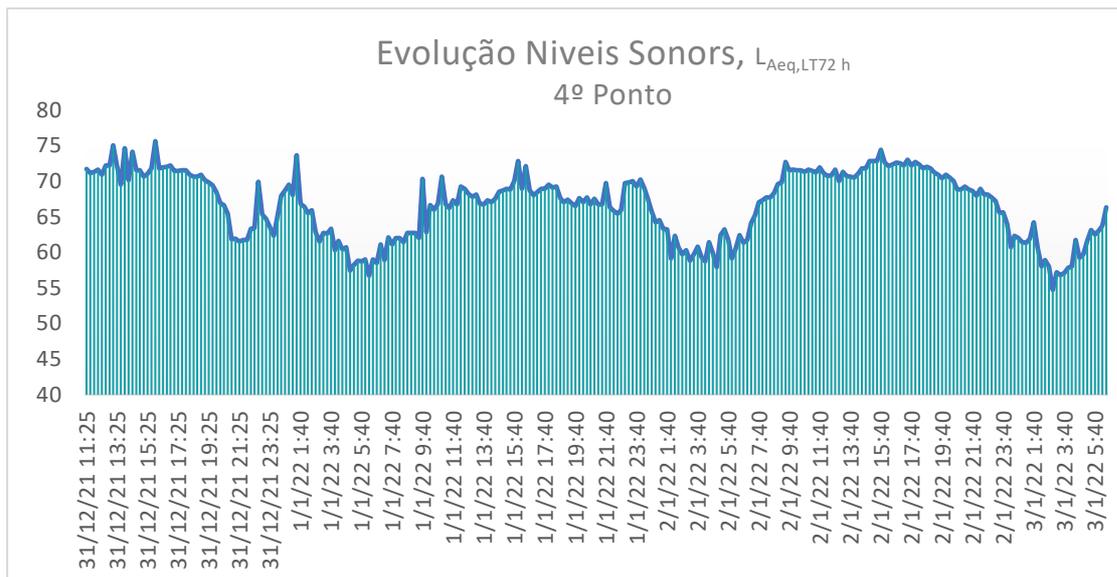


Gráfico n.º 5 - Medição de longa duração



7.5.2 Validação no modelo

Para efeitos de validação do modelo foram executadas medições de ruído, posteriormente comparadas com resultados das simulações obtidos pelo *software* de modelação. Os resultados encontram-se expressos na tabela seguinte:

Tabela n.º 14 - Tabela de comparação L_{den}

Pontos/Receptores	Valor medido dB(A)	Valor Calculado dB(A)	Diferença dB(A)
Ponto 1 – (41.507903, -8.461001)	70,0	69,2	1
Ponto 2 – (41.512182, -8.444764)	68,0	68,0	0
Ponto 3 – (41.519689, -8.414653)	68,0	68,0	0
Ponto 4 – (41.527205, -8.414653)	73,0	72,8	0

Tabela n.º 15 - Tabela de comparação L_n

Pontos/Recetores	Valor medido dB(A)	Valor Calculado dB(A)	Diferença dB(A)
Ponto 1 – (41.507903, -8.461001)	61,3	59,3	2
Ponto 2 – (41.512182, -8.444764)	58,3	58,3	0
Ponto 3 – (41.519689, -8.414653)	58,3	58,6	0
Ponto 4 – (41.527205, -8.414653)	64,7	62,7	2

Da análise das diferenças dos valores de L_{den} e L_n , para as medições efetivas e para as simulações, podemos verificar que na maioria dos casos a diferença é inexistente. Nos casos em que assim não acontece esta diferença cumpre sempre os requisitos estabelecidos pela APA para o efeito, pelo que foram considerados válidos.

7.6 Apresentação Gráfica dos Resultados

O critério da gama de cores utilizadas para a representação temporal e espacial dos níveis de ruído obtidos nos MER são os indicados no documento “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, de dezembro de 2011” da APA, para os indicadores de ruído aplicáveis, no caso L_{den} e L_n , com as linhas isófonas espaçadas de 5 em 5 dB(A), conforme definido no referido documento.

Tabela 16 - Relação de cores para classes de níveis sonoros, segundo documento da APA

Classes do Indicador L_{den}	Cores	RGB	Classes do Indicador L_n	Cores	RGB
$L_{den} \leq 55$	 Ocre	255-217-000	$L_n \leq 45$	 Verde-escuro	000-181-000
$55 < L_{den} \leq 60$	 Laranja	255-179-000	$45 < L_n \leq 50$	 Amarelo	255-255-069
$60 < L_{den} \leq 65$	 Vermelhão	255-000-000	$50 < L_n \leq 55$	 Ocre	255-217-000
$65 < L_{den} \leq 70$	 Carmim	196-020-037	$55 < L_n \leq 60$	 Laranja	255-179-000
$L_{den} > 70$	 Magenta	255-000-255	$L_n > 60$	 Vermelhão	255-000-000

8. | Avaliação da Exposição

8.1 Área de Superfície em Sobre exposição

Na tabela seguinte são apresentados os dados de superfícies totais, em km², expostos a valores de L_{den} superiores a 55, 65 e 75 dB(A), o número total estimado de habitações e o número total estimado de pessoas (em centenas) que vivem nessas áreas.

Tabela 17 - Dados relativos a superfícies expostas a diferentes gamas de L_{den} (km²) numero estimado de fogos habitacionais (centenas) e de pessoas expostas ao ruído da CSB (centenas)

Classes	Área Total [km ²]	Número Estimado de Habitações (em centenas)	Número Estimado de Pessoas (em centenas)
$L_{den} > 75$	0,00	0	0
$L_{den} > 65$	0,94	0	0
$L_{den} > 55$	2,02	6	7

Nas tabelas seguintes, apresenta-se o número estimado de pessoas (em centenas) que vivem em habitações expostas às gamas de valores de L_{den} e L_n em dB(A) definidas pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro – resultado obtido a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta dos edifícios.

Tabela 18 - Número estimado de pessoas (em centenas), a diferentes gamas de valores de L_{den} e L_n , em dB(A), obtido a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta dos edifícios.

N.º Estimado de Pessoas (em centenas)

Classes		Classes	
	L_{den}		L_n
$55 < L_{den} \leq 60$	6	$45 < L_n \leq 50$	7
$60 < L_{den} \leq 65$	1	$50 < L_n \leq 55$	2
$65 < L_{den} \leq 70$	0	$55 < L_n \leq 60$	0
$70 < L_{den} \leq 75$	0	$60 < L_n \leq 65$	0
$L_{den} > 75$	0	$65 < L_n \leq 70$	0
		$L_n > 70$	0

9. | Conclusões e Recomendações estratégicas de longo prazo

A entrada em vigor da Diretiva (UE) 2015/996 (CNOSSOS-EU – Common Noise Assessment Methods in Europe) vem introduzir um novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído - CNOSSOS-EU. De acordo com o Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que é uma alteração do Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, compete às entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo, elaborar e rever os MER e os PA das grandes infraestruturas de transporte, respetivamente, rodoviário, ferroviário e aéreo (n.º 1 do artigo 4.º).

Neste contexto, compete à Brisa Concessão Rodoviária S.A. proceder à elaboração dos MER para os troços das infraestruturas rodoviárias sob sua concessão classificados como GIT de transporte rodoviário, ou seja, aqueles em que se verifiquem mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano.

O presente MER enquadra-se na quarta fase de implementação da Diretiva n.º 2002/49/CE e incide sob todos os sublanços da Circular Sul de Braga.

A metodologia utilizada neste estudo está de acordo com o estipulado na legislação aplicável e nas Diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente e contemplou a realização de mapas de ruído à escala de trabalho 1:10.000, sendo os mapas de ruído apresentados à mesma escala. A área de estudo foi definida com 300 metros de cartografia para cada lado do eixo de via da autoestrada, atravessando o concelho de Braga.

Todos os resultados apresentados se referem ao ano de 2021, de acordo com o indicado no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, tendo-se por isso utilizado os dados de tráfego fornecidos pela Concessionária referentes a esse ano. Foram ainda consideradas as barreiras acústicas e considerado o tipo de pavimento (camada de desgaste da via) existente à data, com base em informação fornecida pela Concessionária.

O modelo foi validado por comparação entre a realidade observada no trabalho de campo realizado com a observação do modelo através de visualizações a três dimensões. Os resultados em termos de níveis de ruído foram também validados mediante comparação entre valores medidos e valores calculados em pontos recetores discretos, tendo as monitorizações sido realizadas com um mínimo de 48 horas em contínuo.

Os resultados obtidos são apresentados neste relatório e no respetivo anexo, constituído por cartas em formato A1 que representam os mapas de níveis sonoros para os indicadores de referência Lden e Ln.

Da análise dos resultados conclui-se que a CSB não apresenta, na sua envolvente próxima, habitações e população exposta a níveis de ruído acima dos limites regulamentares definidos (Lden = 65 dB(A) e Ln = 55 dB(A)), provocados por esta GIT.

No futuro próximo, de acordo com o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, esta GIT não carece de Plano de Ação para redução do ruído, a menos que se preveja um aumento significativo de tráfego rodoviário.

Um aspeto crucial para assegurar a eficácia e sustentabilidade das medidas de controle de ruído que venham a ser implantadas no futuro, tem a ver com o planeamento e ordenamento do território ao nível municipal, de modo a evitar o surgimento de novas zonas residenciais e outras com elevada sensibilidade acústica nas imediações desta fonte de ruído. De acordo com a legislação em vigor, a proteção dos recetores sensíveis na vizinhança de infraestruturas de transporte com licenciamento posterior às autoestradas não é da responsabilidade das concessionárias dessas infraestruturas rodoviárias. Com efeito, os municípios têm obrigação de impor restrições, quer ao nível dos planos, quer no licenciamento de usos sensíveis em zonas com níveis de ruído acima dos limites regulamentares. Neste contexto, **o número 4, do artigo 6º do RGR, define que “os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, 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 programada”.**

Os mapas estratégicos de ruído aqui apresentados poderão ter um papel importante nesse aspeto, já que, ao exibirem informação relevante e rigorosa sobre a distribuição espacial do ruído em redor das infraestruturas, podem apoiar os decisores municipais na elaboração dos seus planos, bem como ao nível dos licenciamentos. É de referir ainda que, no âmbito do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, todos estes municípios têm também de elaborar os seus mapas de ruído. Esses mapas à escala municipal não apresentam o nível de exigência de um mapa estratégico de ruído, mas permitem obter informação essencial e de uso obrigatório em sede de revisão de planos diretores municipais, bem como os seguintes planos de redução de ruído municipais.

10. | Documentação de Referência

- ❖ Decreto-Lei 9/2007 de 17 de janeiro;
- ❖ Decreto-Lei 146/2006 de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro;
- ❖ XPS 31-133:2001 “Acoustique. Bruit des infrastructures de transports terrestres. Calcul de l’atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques”;
- ❖ ISO 9613-2:1996 “Acoustics. Attenuation of sound during propagation outdoors. General method of calculation”;
- ❖ NP 4361-2:2001 “Acústica. Atenuação do som na sua propagação ao ar livre. Método geral de cálculo”;
- ❖ NP 1730:1996 “Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente”;
- ❖ “Diretrizes para elaboração de mapas de ruído”. Versão 2:2008. (Agência Portuguesa do Ambiente);
- ❖ “Identification and development of good practice toolkit for noise mapping and the determination of associated information on the exposure of people to environmental noise”, DEFRA Abril de 2004;
- ❖ “Harmonised Accurate and Reliable Methods for the EU Directive on the Assessment and Management Of Environmental Noise-POSITION PAPER”, Harmonoise de julho de 2003.
- ❖ IMA32TR-040510-SP08: “Determination of Lden and Lnight using measurements”.
- ❖ Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Janeiro de 2006.
- ❖ “Mapas de Ruído: Ferramenta estratégica para a melhoria do ambiente urbano” outubro 2009 (Paulo Cabral e Teresa Canelas - IEP)
- ❖ www.recipac.pt
- ❖ “Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído”, A.P. Oliveira de Carvalho, Cecília Rocha (FEUP+APA).
- ❖ SIVIA [Silenda Via] – “Guidance Manual For The Implementation of Low-Noise Road Surfaces”.

- ❖ EN ISO 1793 - 1,2 e 3: 2008
- ❖ NP EN ISO 1974-2: 2008
- ❖ **“Noise attenuation provided by road and rail barriers earth berms, buildings and vegetation”**
– by Kirill Horoshenkov and Yiu W. Lam on handbook of noise and vibration control , Malcom J. Cocker 2007
- ❖ Euronoise 2009 – **“Noise absorption of gap graded mixtures with rubberized asphalt”** Octávio Inácio.
- ❖ **“A utilização do betume modificado de borracha BMB em Portugal: A experiência adquirida ao longo de 7 anos nas obras em serviço”**, Paulo Fonseca (recipav) e Rui Barros (norvia/pronorsan)
- ❖ Guidelines on design of noise barriers – Environmental Protection Department, Highways Department, Government of the Hong Kong SAR, second issue, January 2003.
- ❖ **“Contribuição da superfície dos pavimentos para a produção de ruído”**, Elisabete Freitas
- ❖ Caracterização acústica der pavimentos rodoviários e influência na emissão sonora – Alfredo Herculano Pinto Pereira – janeiro de 2010.

Anexos

I – Mapas de Ruído