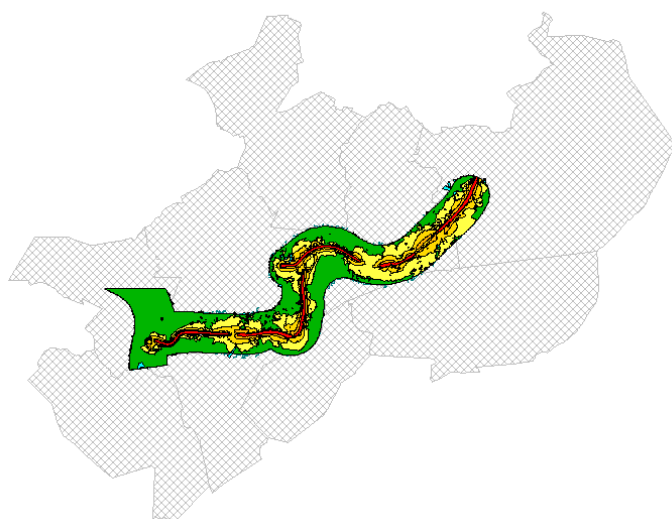


MER - MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO



MEMÓRIA DESCRITIVA

CSB - CIRCULAR SUL DE BRAGA

TRÁFEGO 2021

Índice

ÍNDICE DE FIGURAS	4
ÍNDICE DE TABELAS	5
ÍNDICE DE GRÁFICOS	6
FICHA TÉCNICA	7
EQUIPA TÉCNICA	7
EMENDA	8
1. INTRODUÇÃO	9
2. ÂMBITO E OBJETIVOS	11
3. ENQUADRAMENTO LEGAL	12
4. DEFINIÇÕES	16
5. DESCRIÇÃO DA GIT	21
5.1 LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO	21
5.2 VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO	22
5.3 BARREIRAS ACÚSTICAS	24
5.4 MUNICÍPIOS ABRANGIDOS	28
5.5 DENSIDADE POPULACIONAL POR FREGUESIA	29
5.6 CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE	31
5.7 DENSIDADE POPULACIONAL NO MODELO	31
6. ENTIDADES COMPETENTES	32
7. CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA	33
7.1 AÇÕES PREVISTAS PELOS MUNICÍPIOS	33
8. MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO	34
8.1 METODOLOGIA	34
8.2 DADOS CARTOGRÁFICOS	35
8.3 SISTEMA DE REFERÊNCIA	35
8.4 EXATIDÃO POSICIONAL	36
8.5 MÉTODOS DE CÁLCULO	37
8.6 DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU	37
8.7 PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO	39
8.8 DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS	41
8.9 DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO	41
8.10 DADOS BASE DE OBSTÁCULOS À PROPAGAÇÃO DE RUÍDO	42
8.11 DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO	42
8.12 CALIBRAÇÃO DO MODELO	44

8.13 LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO	45
8.14 VALIDAÇÃO DO MODELO	48
9. MER - APRESENTAÇÃO DE RESULTADOS	49
10. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO	50
11. CONCLUSÕES	51
BIBLIOGRAFIA	54

Índice de Figuras

Fig. 1 - Rede de autoestradas da concessão principal da Brisa	9
Fig. 2 - CSB Circular Sul de Braga	21
Fig. 3 - Mapa do concelho de Braga	28
Fig. 4 - Distribuição dos alojamentos por freguesia	30
Fig. 5 - Mapa de alojamentos por edifício ¹	30
Fig. 6 - Tipo de uso de edifícios	42
Fig. 7 - Localização dos pontos de medição	45

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Enquadramento Legal	12
Tabela 2 - Quadro resumo das atribuições das GIT em matéria de poluição sonora	14
Tabela 3 – Caracterização dos pisos e camada de desgaste	22
Tabela 4 - Dados de tráfego de 2021 – Valor por sublanço	22
Tabela 5 - Velocidades consideradas	23
Tabela 6 - Barreiras acústicas	24
Tabela 7 - Descrição sucinta da GIT - elementos relevantes	25
Tabela 8 - Densidade populacional	29
Tabela 9 - Dados populacionais sobre as freguesias atravessadas pela CSB	31
Tabela 10 - Densidade populacional no modelo	31
Tabela 11 - Valores limite de exposição ao ruído ambiente exterior	33
Tabela 12 - Classes de veículos definidos no CNOSSOS-EU	38
Tabela 13 - Resumo das configurações de cálculo utilizado	40
Tabela 14 - Pontos de medição	45
Tabela 15 - Tabela de comparação indicador L_{den}	48
Tabela 16 - Tabela de comparação indicador L_n	48
Tabela 17 - Relação de cores para classes de níveis sonoros , segundo documento da APA	49
Tabela 18 - Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes classes de valores de L_{den} e L_n a 4m altura e na "fachada mais exposta" por fonte sonora (em unidades)	50
Tabela 19 – Área total (em Km2) e número estimado de habitações e de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes classes de valores de L_{den} a 4 m altura e na “ fachada mais exposta” (em unidades)	50

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Gráfico de longa duração	46
Gráfico 2 - Gráfico de longa duração	46
Gráfico 3 - Gráfico de longa duração	47
Gráfico 4 - Gráfico de longa duração	47

Ficha Técnica

Designação do projeto:	Mapa estratégico de Ruído da CSB – Circular Sul de Braga
Cliente:	Brisa Concessão Rodoviária, S.A.
Morada:	Quinta da Torre da Aguilha – Edifício Brisa 2785-599
Localização:	São Domingos de Rana

Equipa Técnica

Equipa técnica:	<i>Diretor do projeto: Susana Ribeiro</i> <i>Coordenação técnica do projeto: Jorge Estrela</i>
Elaborado por:	Jorge Estrela / Rui Machado
Validado por:	
Data de emissão	16 de dezembro de 2024
Nº Processo interno:	E-2022-0200-02
Revisões	Revisão 01 em 31 de maio de 2024

Emenda

Densidade populacional no modelo – Pág. 31

População exposta dentro e fora das aglomerações (em unidades) Pág. 50

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 sublaços registam mais de 3 milhões de passagens de veículos anuais.

2. | Âmbito e Objetivos

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 (replicando-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. 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 1 - Enquadramento Legal

Diploma Legal	Sumário
Portaria n.º 42/2023 de 9 de fevereiro	Regulamenta o regime de avaliação e gestão de ruído ambiente. Transpõe para ordem jurídica interna a Diretiva (UE) n.º2021/1226, da Comissão de 21 de dezembro de 2020, e dá execução ao Regulamento (EU) n.º2019/2010, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de outubro de 2019;
Decreto-Lei 84-A/2022 de setembro	Altera o regime de avaliação e gestão do ruído ambiente, transpondo diversas diretivas da União Europeia;
Decreto-Lei n.º 136 A/2019 de 06 de setembro	Altera o DL 146/2006, para transpor a diretiva comunitária (EU) 996/2015;
Decreto-Lei n.º 221/2006, de 8 de novembro	Estabelece as regras, em matéria de emissões sonoras, a que deve obedecer a colocação no mercado e entrada em serviço de equipamento para utilização no exterior, com vista à redução do ruído ambiente produzido por máquinas e equipamentos, e à melhoria das condições de segurança e saúde dos seus operadores;

Diretiva 2007/2/CE de 14 de março	Estabelece uma infra-estrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (Inspire); Estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição sonora, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações (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); 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; É revogado o Decreto-Lei n.º 76/2002, de 26 de março. 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; Aprova o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAE), que estabelece os requisitos acústicos dos edifícios, com vista a melhorar as condições de qualidade da acústica, desses edifícios. Alterado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008 de 06 de junho, e pelo DL 95/2019 de 18 de julho e portaria n.º 305/2019 de 12 de setembro.
Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro - Regulamento Geral de Ruído	
Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho	
Decreto-Lei n.º 129/2002, de 11 de maio	

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 2 - 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.
- ☐ Servir de base para elaboração dos planos de ação, de acordo com o estabelecido no artigo 10.
- ☐ 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 .

4. 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;

Aglomeração – 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 Impacte Ambiental;

APA – Agência Portuguesa do Ambiente;

Pavimento – 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;

BAE (n) – Barreira Acústica Existente, número;

BMB – Betão Modificado de Borracha;

BAP (n) – Barreira Acústica 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_a - Índice de Absorção Sonora, de acordo com a Norma NP EN 1793-1;

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 recetor, 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 6 dB, 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 3 dB, 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;

- ❑ L_d – é o indicador de ruído diurno, ou seja, o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano. Está associado ao incómodo, durante o período diurno - L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente diurno;
- ❑ L_e – é o indicador de ruído do entardecer, ou seja, o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano. Está associado ao incómodo, durante o período do entardecer - L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente ao entardecer;

- L_n – é o indicador de ruído noturno, ou seja, o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano. Está associado ao incómodo, durante o período noturno - L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente noturno;

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 em A);

Intervalo de tempo de referência – intervalo de tempo, a que se pode referir o nível sonoro contínuo equivalente ponderado em 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.

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 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);

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 – MicroMetão Betuminoso Rugoso, 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 sobre-exposição, face a um referencial normalmente legislativo;

PA – Plano de Ação;

PDM – Plano Diretor 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;

PMRR – Plano Municipal de Redução de Ruído;

PP – Plano de Pormenor;

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

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

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

RMR – Regulamento Municipal de Ruído;

RRAE – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios;

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

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

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

SC – Separador central;

SMA - mistura betuminosa *Stone Mastic Asphalt*;

Valor limite – valor que, conforme determinado pelo Estado-membro (em Portugal correspondente aos valores impostos para as zonas sensíveis ou mistas), caso seja excedido, poderá ser objeto de medidas de redução por parte das autoridades competente;

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

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

5. Descrição da GIT

Grande Infraestrutura de transporte rodoviário – troços de estrada regional, nacional ou internacional, identificados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P., onde se verifiquem mais de três milhões de passagens de veículos por ano.

5.1 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 3 – Caracterização dos pisos e camada de desgaste

CSB – Circular Sul de Braga	Extensão [km]	Camada superficial	Extensão total [km]
Braga Sul - Celeirós	2.208	CNS-02	6.300
Celeirós – EN 14	1.239	CNS-02	
Variante EN 14 – EN 309	1.446	CNS-02	
EN 309 – EN 101	1.038	CNS-02	
EN 101 -Circular Sul de Braga	0.621	CNS-02	

5.2 Volume e Tipologia de Tráfego

Para a elaboração do Plano de Ação foi utilizada a base do MER. Os valores de tráfego de 2021 subjacentes à elaboração dos mapas estratégicos de ruído, fornecidos pela Brisa Concessão Rodoviária, apresentam-se na seguinte tabela:

Tabela 4 - Dados de tráfego de 2021 – Valor por sublanço

Classe 1	Tráfego Médio Horário (veículos/h)		
	Diurno	Entardecer	Nocturno
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	Tráfego Médio Horário (veículos/h)		
	Diurno	Entardecer	Nocturno
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	Tráfego Médio Horário (veículos/h)		
	Diurno	Entardecer	Nocturno
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	Tráfego Médio Horário (veículos/h)		
	Diurno	Entardecer	Nocturno
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 5 - Velocidades consideradas

CSB – Circular Sul de Braga	Tráfego Médio Horário (veículos/h)	
	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 – EN 309	50/70/80/100	50/70/80/100
EN 309 – EN 101	60/80	60/80
EN 101 -Circular Sul de Braga	60/80	60/80

5.3 Barreiras Acústicas

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

Tabela 6 - 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	OEBAC_LCSB_56_D_A	0+056	0+106	PV	4	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAC_LCSB_1458_C_B	1+458	1+480	PV	5	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAC_LCSB_1480_C_C	1+480	1+534	PV	5	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAC_LCSB_1534_C_D	1+534	1+575	PV	3	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAC_LCSB_1586_C_E	1+586	1+656	PV	2,5	Abs	x	*
Ligação à CSB	OEBAC_LCSB_1656_C_F	1+656	1+686	PV	5	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_1048_C_G	1+048	1+111	PV	4	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_1888_D_H	1+888	2+074	PV	5	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2190_D_I	2+190	2+226	PV	2	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2226_D_J	2+226	2+310	PV	2	RF	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2220_C_K	2+220	2+287	PV	1,5	RF	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2590_D_L	2+590	2+717	PV	2	RF	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2717_D_M	2+717	2+819	Nó c/ a EN101	2	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2819_D_N	2+819	2+876	Nó c/ a EN101	5	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2767_D_O	2+767	2+849	PV	2	Abs	x	*
CSB	OEBAC_CSB_2850_D_P	2+850	2+867	PV	3	Abs	x	*
CSB	OEBAC_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 7 - 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

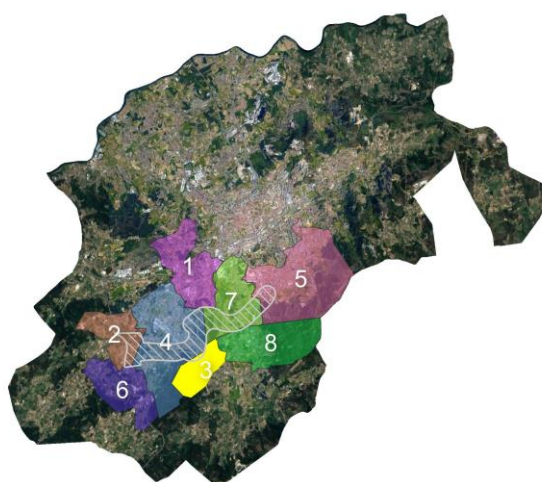


Entre o pk 2+800 e o Pk
2+900, está localizado o
hospital privado de Braga



5.4 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.



CONCELHO DE BRAGA

- 1 - União das freguesias de Ferreiros e Gondizalves
- 2 - União das freguesias de Vilaça e Fradelos
- 3 - Figueiredo
- 4 - União das freguesias de Celeirós, Aveleda e Vimieiro
- 5 - União das freguesias de Nogueira, Fraião e Lamações
- 6 - Priscos
- 7 - União das freguesias de Lomar e Arcos
- 8 - Esporões

Fig. 3 - Mapa do concelho de Braga

5.5 Densidade populacional por freguesia

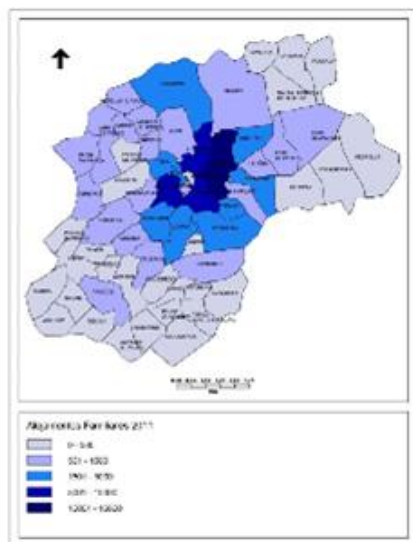
Na tabela a seguir apresenta-se o número de habitantes por cada uma das freguesias atravessadas pela GIT.

Tabela 8 - Densidade populacional

Código LAU	Freguesia	População residente
030313	Esporões	1709
030315	Figueiredo	1198
030367	União de Freguesias de Celeirós Aveleda e Vimieiro	6671
030371	União de Freguesias de Ferreiros e Gondizalves	9148
030373	União de Freguesias de Lomar e Arcos	6805
030377	União das Freguesias de Nogueira, Fraião e Lamações	13054
030381	União de Freguesias de Vilaça e Fradelos	1580

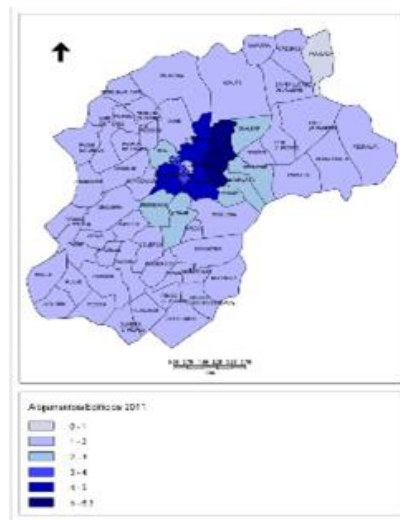
A metodologia de cálculo da população exposta foi realizada com base em informação fornecida pelo INE, por subsecção estatística, tal como referido na tabela resumo de configurações do cálculo utilizado.

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

Fig. 4 - Distribuição dos alojamentos por freguesia¹



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

Fig. 5 - Mapa de alojamentos por edifício¹

¹ Relatório temático elaborado pelo Município de Braga

5.6 Caracterização da envolvente

Tabela 9 - Dados populacionais sobre as freguesias atravessadas pela CSB

Freguesias	População [n°]	Área [km2]	Densidade populacional [hab./km2]	Tipo
Figueiredo	1198	5,23	230	Predominantemente Urbana
Esporões	1709	3,64	470	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

Fonte: 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.

5.7 Densidade populacional no modelo

Tabela 10 - Densidade populacional no modelo

Código LAU	Freguesia	População - modelo
030313	Esporões	0
030315	Figueiredo	8
030367	União de Freguesias de Celeirós Aveleda e Vimieiro	871
030371	União de Freguesias de Ferreiros e Gondizalves	4
030373	União de Freguesias de Lomar e Arcos	633
030377	União das Freguesias de Nogueira, Fraião e Lamações	240
030381	União de Freguesias de Vilaça e Fradelos	182

6. 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”.

7. | Classificação Acústica

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. 136-A/2019, de 6 de setembro), que transpõem para a lei nacional a diretiva comunitária, os valores limite são os seguintes:

Tabela 11 - 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

7.1 Ações previstas pelos municípios

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.

8. Mapa estratégico de ruído

8.1 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.

8.2 Dados cartográficos

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.

8.3 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)

8.4 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

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://Registo Nacional de Dados Geográficos - Direção-Geral do Território (dgterritorio.gov.pt))

8.5 Métodos de cálculo

Com a entrada em vigor do Decreto-Lei n.º 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.

8.6 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 Auto-Estrada Porto / Valença 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:

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

em que,

- $L_{W,i,m}$ é a potência sonora direcional de cada veículo;
- Q_m é o fluxo de tráfego, expresso em veículos/hora por período de referência e por tipo de veículo;
- v_m é a velocidade média (km/h).

- ☐ 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 12 - Classes de veículos definidos 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.

8.7 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 apenas com base no ruído incidente, 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 13 - Resumo das configurações de cálculo utilizado

Geral	Software e versão utilizada	CadnaA Versão 2021
	Máximo raio de busca	1,5 km
	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%; Noturno: 100%
	Temperatura	15°C
	Humidade relativa	70%
Mapa	Malha de cálculo (básico/detalhado)	10x10 (m)
	Tipo de malha de cálculo (fixa/variável)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros do solo
Avaliação nas fachadas/população exposta	Distância recetor/fachada	0,05 m
	Distância mínima recetor/refletor	3,5 m
	Altura dos recetores de fachada	4 m
	Tipo de nível de ruído atribuído ao edifício	L _{max} (método END)
	(máximo/médio)	
	Modo de atribuição da população a edifícios ²	Dados estatísticos do INE ao nível da subsecção estatística aferido pela área atribuída pelo software por pessoa tendo em conta altura 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.

8.8 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%

8.9 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.

8.10 Dados 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.

8.11 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.

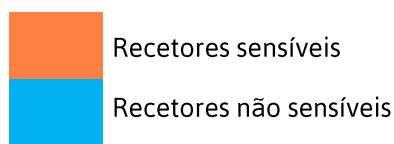


Fig. 6 - Tipo de uso de edifícios

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 cércea a dividir por 3), foi possível estimar o número de residentes em cada edifício de habitação.

8.12 Calibração do modelo

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).

8.13 Localização dos pontos de medição

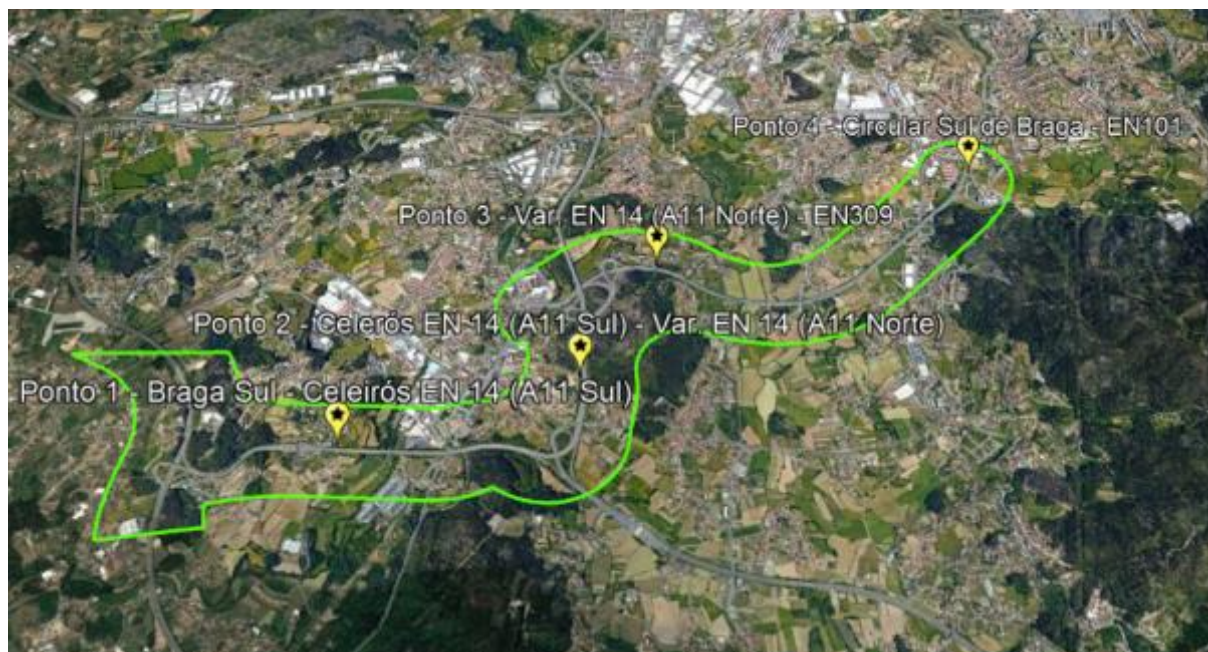


Fig. 7 - Localização dos pontos de medição

Tabela 14 - 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

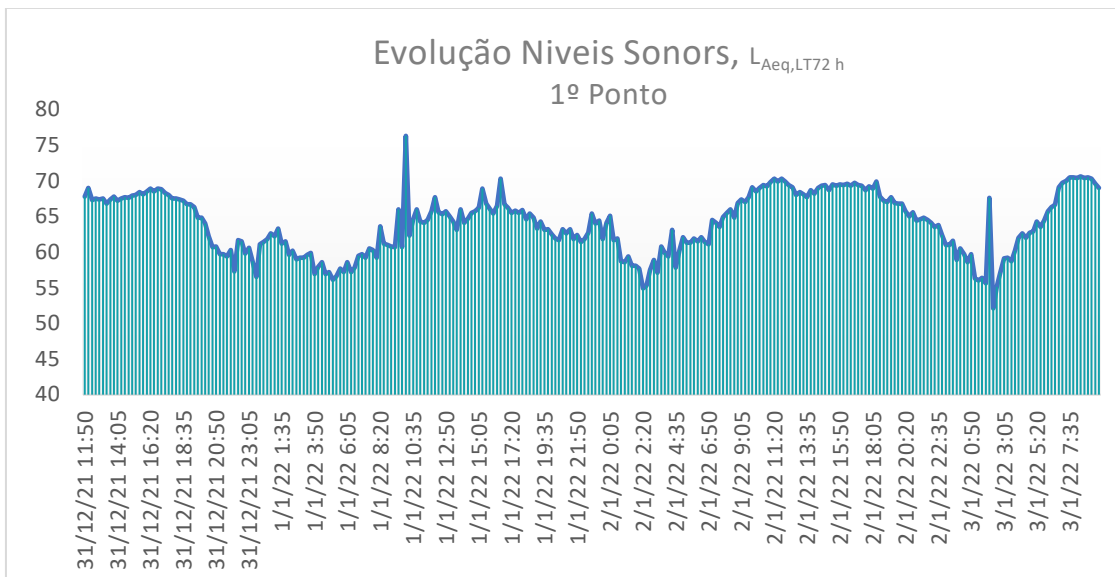


Gráfico 1 - Gráfico de longa duração

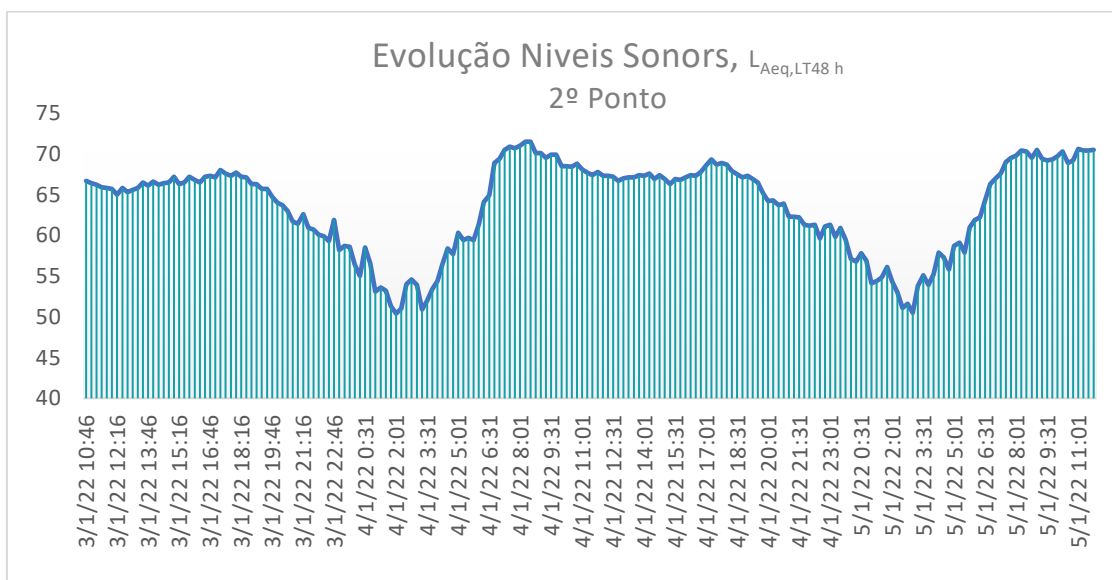


Gráfico 2 - Gráfico de longa duração

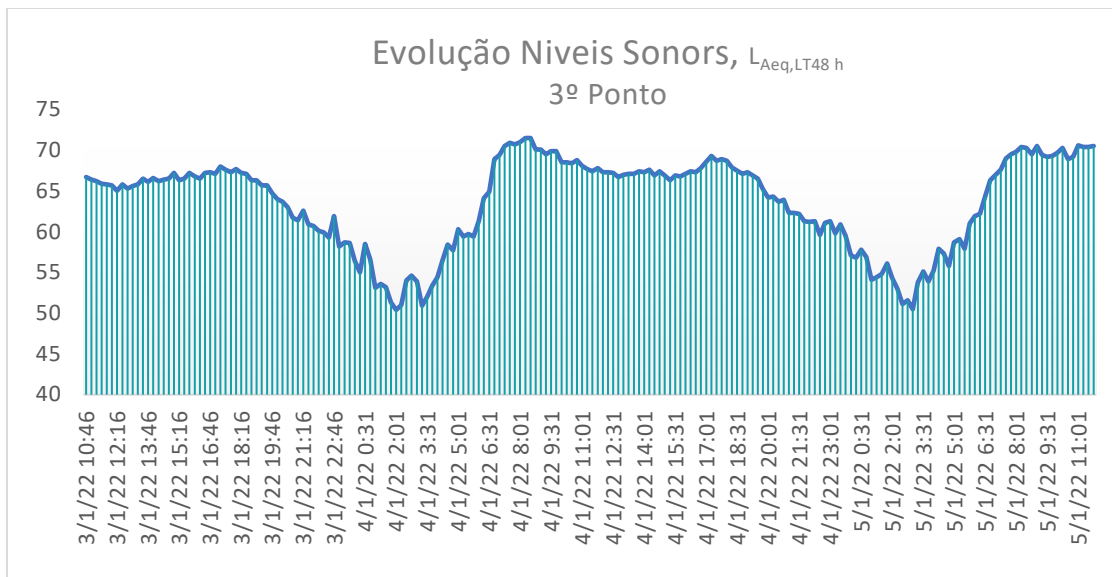


Gráfico 3 - Gráfico de longa duração

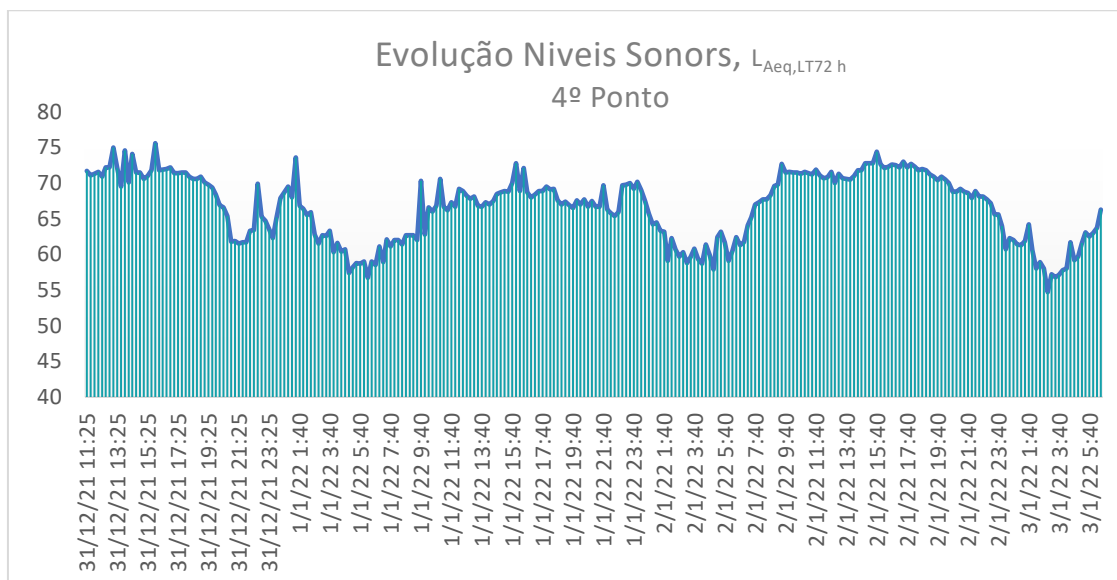


Gráfico 4 - Gráfico de longa duração

8.14 Validação do 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 15 - Tabela de comparação indicador 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 16 - Tabela de comparação indicador L_n

Pontos/Receptores	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.

9.| MER - Apresentação de 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 17 - 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

10. Avaliação da Exposição

Nas tabelas seguintes, apresenta-se o número estimado de pessoas (em unidades) 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 – resultados obtidos a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta dos edifícios, assim como os dados de superfícies totais em km², expostos a valores de L_{den} superiores a 55, 65 e 75 dB (A).

Tabela 18 - Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes classes de valores de L_{den} e L_n a 4m altura e na "fachada mais exposta" por fonte sonora (em unidades)

Classe do Indicador (dB(A))	Número estimado de pessoas residentes	Classe do Indicador (dB(A))	Número estimado de pessoas residentes
$L_{den} \leq 55$	1262	$45 < L_n \leq 50$	646
$55 < L_{den} \leq 60$	539	$50 < L_n \leq 55$	152
$60 < L_{den} \leq 65$	123	$55 < L_n \leq 60$	26
$65 < L_{den} \leq 70$	13	$60 < L_n \leq 65$	0
$70 < L_{den} \leq 75$	0	$65 < L_n \leq 70$	0
$L_{den} > 75$	0	$L_n > 70$	0

Tabela 19 – Área total (em Km2) e número estimado de habitações e de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes classes de valores de L_{den} a 4 m altura e na “ fachada mais exposta” (em unidades)

Classe do Indicador (dB(A))	Área total (Km2)	Número estimado de habitações/fogos	Número estimado de pessoas residentes
$L_{den} > 75$	0,066	0	0
$L_{den} > 65$	0,469	9	13
$L_{den} > 55$	2,076	305	675

11.| Conclusões

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 sobre todos os sublinços 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 receptores 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 L_{den} e L_n .

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 ($L_{den} = 65 \text{ dB(A)}$ e $L_n = 55 \text{ dB(A)}$), 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 sequentes planos de redução de ruído municipais.

Anexos

Cartogramas – Mapas estratégicos de ruído

Bibliografia

- ✓ 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;
- ✓ Decreto-Lei n.º 84-A/2022 de 9 de dezembro;
- ✓ Directiva 2007/2/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 14 de março de 2007 que estabelece uma infraestrutura de informação geográfica na Comunidade Europeia (Inspire);
- ✓ Portaria n.º 42/2023 de 9 de fevereiro
- ✓ 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 ISO 1996 "Acústica. Descrição e medição do ruído ambiente";
- ✓ "Diretrizes para elaboração de mapas de ruído – Metodo CNOSSOS-EU". agosto 2022 (versão 1) (Agência Portuguesa do Ambiente);
- ✓ Lista GIT Tráfego rodoviário 2022 (APA – Agência Portuguesa do Ambiente);
- ✓ Guia prático para medições de ruído ambiente 2020 (APA – 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 july 2003.
- ✓ IMA42TR-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), january 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”.
- ✓ 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”;
- ✓ EN ISO 1793 – Parte 1, parte 2 e parte 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.

Fim de Documento