

# **Pelouro do Ambiente e Transição Climática e Pelouro da Inovação e Transição Digital**

Departamento Municipal de Planeamento e Gestão Ambiental  
Gabinete de Gestão do Ruído

**RESUMO NÃO TÉCNICO**

**REVISÃO DO MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO  
NOVEMBRO 2022**



## **RESUMO NÃO TÉCNICO**

## **RESUMO NÃO TÉCNICO**

Competiu à empresa SOPSEC - Sociedade de Prestação de Serviços de Engenharia Civil, S.A. a realização de serviços de assessoria especializada para suporte técnico à revisão e atualização dos Mapas Estratégicos de Ruído do Município do Porto, sob orientação científica do Professor Doutor Rui Calejo.

O presente Resumo Não Técnico, constituindo um documento independente, foi elaborado no âmbito do desenvolvimento da Revisão do Mapa Estratégico de Ruído (MER) do Município do Porto. Este destina-se à divulgação ao público e tem como objetivo fornecer informação de forma acessível, clara e em linguagem não técnica, sobre o conteúdo dos respetivos mapas.

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DO PORTO .....	5
2.1. Zoneamento Acústico do Município.....	6
3. Definições e Conceitos de Interesse.....	7
4. ENQUADRAMENTO LEGAL.....	8
5. METODOLOGIA.....	12
6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS .....	14
6.1. Mapas de Ruído .....	14
6.2. População exposta.....	17
7. AVALIAÇÃO CRÍTICA DE RESULTADOS E CONCLUSÕES FINAIS .....	18
8. EQUIPA TÉCNICA .....	20

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Apresentação das Freguesias do Município do Porto (fonte: Câmara Municipal do Porto).....	6
Figura 2 – Extrato da Carta de Zoneamento Acústico do Município do Porto, maio 2021 (fonte: Câmara Municipal do Porto).....	7
Figura 3 – Extrato exemplificativo do modelo 3D para o cálculo do mapa de ruído – zona da Avenida dos Aliados (software de modelação Predictor-Lima Advanced Type 7810-B v2022.01).....	13
Figura 4 – Representação gráfica do Mapa de Ruído Global, indicador noturno $L_n$ .....	15
Figura 5 – Representação gráfica do Mapa de Ruído Global, indicador diurno-entardecer-noturno $L_{den}$ .....	16
Figura 6 – Gráfico da percentagem da população residente exposta a cada classe de ruído – indicador noturno ( $L_n$ ).....	18
Figura 7 – Gráfico da percentagem da população residente exposta a cada classe de ruído – indicador diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ) .....	19

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 – Síntese das exigências regulamentares ao nível do critério dos valores limites de emissão .....	9
Tabela 2 – Escala de cores das classes de níveis sonoro (adaptado: Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Método CNOSSOS-EU, agosto 2022, APA) .....	14
Tabela 3 – Número estimado de pessoas residentes expostas a diferentes classes de nível sonoro, indicador $L_n$ , a 4 m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora .....	17
Tabela 4 – Número estimado de pessoas residentes expostas a diferentes classes de nível sonoro, indicador $L_{den}$ , a 4 m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora .....	17

## 1. INTRODUÇÃO

A temática do ruído ambiente já há muito é discutida e com a publicação do Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de janeiro, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto, o Município do Porto pelo facto de constituir uma aglomeração com uma população residente superior a 10000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km<sup>2</sup>, está sujeito à elaboração de mapas estratégicos de ruído, nos termos da Diretiva Ruido Ambiente (DRA), aprovada pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro. Entende-se por ruído um som desagradável ou indesejável para o ser humano, e pode definir-se como qualquer variação de pressão atmosférica que o ouvido humano pode detetar, seja no ar, na água ou em qualquer outro meio de propagação.

Os mapas de ruído são uma representação geográfica dos níveis de exposição a ruído exterior, onde se visualizam, através de diferentes cores, as zonas às quais correspondem determinadas classes de ruído, valores expressos em dB(A), que se reportam a uma situação existente ou prevista. Estes apenas contemplam o ruído emitido pela atividade humana, sendo que ao nível do Município, esse ruído é originado por diversas fontes, tais como: tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, tráfego aéreo e atividades industriais.

O presente Resumo Não Técnico é uma peça integrante da Revisão do Mapa Estratégico de Ruído (MER) do Município de Porto, e destina-se à divulgação ao público e tem como objetivo fornecer informação de forma acessível, clara e em linguagem não técnica, sobre o conteúdo dos respetivos mapas.

## 2. ÁREA DE ESTUDO: MUNICÍPIO DO PORTO

O Município do Porto está inserido na Região Norte (NUTS II), na sub-região (comunidades intermunicipais) da Área Metropolitana do Porto (NUTS III) e no Distrito do Porto (INE). O Município tem uma área com 41,4 km<sup>2</sup>, uma população de cerca de 237 591 habitantes, de acordo com os últimos Censos disponíveis, datados de 2011, desta forma, uma densidade populacional de cerca de 5739 habitantes / km<sup>2</sup>.

O Município do Porto divide-se em 7 freguesias, sendo estas: União das freguesias de Aldoar, Foz do Douro e Nevogilde; Ramalde; União das freguesias de Lordelo do Ouro e Massarelos; União das freguesias de Cedofeita, Santo Ildefonso, Sé, Miragaia, São Nicolau e Vitória; Bonfim; Paranhos; e Campanhã).

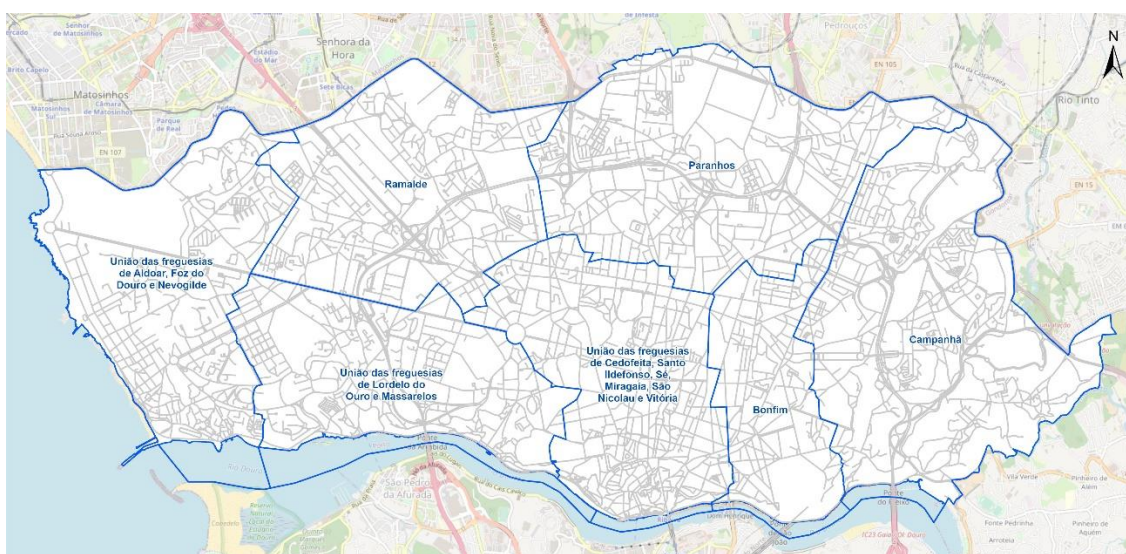


Figura 1 – Apresentação das Freguesias do Município do Porto (fonte: Câmara Municipal do Porto)

O Município do Porto confronta com 3 Municípios vizinhos, Matosinhos e Maia a norte e Gondomar a nascente (este). A poente (oeste) é banhado pelo Oceano Atlântico e a sul pelo Rio Douro. O Município de Vila Nova de Gaia, apesar de não confrontar diretamente com o Porto, é o Município vizinho a sul, sendo partilhadas algumas das redes de transporte mais importantes para os concelhos, designadamente as pontes trans-Douro: Ponte da Arrábida; Ponte D. Luis I (estando o seu tabuleiro inferior, no período de referência do presente documento, encerrado para tráfego rodoviário); Ponte Infante Dom Henrique; Ponte de São João; e Ponte do Freixo.

O Município do Porto é servido por uma importante rede de transportes, tanto rodoviários como ferroviários. Os principais eixos rodoviários que servem e atravessam o Município são: a Via de Cintura Interna (A1 / IC1; A20 / IC23); a Av. Associação Empresarial de Portugal (A28); A3; A43; Via Norte (EN13 / EN14); Estrada da Circunvalação (EN12); entre várias outras vias municipais com elevado tráfego rodoviário.

Os eixos ferroviários, da rede de comboios, que atravessam o Município são: a Linha do Norte, que atravessa a Ponte de São João e termina na Estação de Comboio de Campanhã; a Linha do Minho, que começa na Estação de Comboio de São Bento e atravessa as estações de comboio de Campanhã e Contumil, com destino a Valença; e a Linha de Leixões, que começa na Estação de Comboio de Contumil e termina no Porto de Leixões. O Município é servido também pelo Metropolitano do Porto, em todas as suas linhas (A a F), estando parte destas à superfície ou parcialmente à superfície.

Existem também rotas aeronáuticas de descolagem e aterragem ao Aeroporto Francisco Sá Carneiro que atravessam o Município. De notar que em matéria de ruído ambiente, estas infraestruturas são importantes fontes de ruído.

### 2.1. Zoneamento Acústico do Município

Na elaboração dos mapas de ruído é necessário estabelecer à partida qual a classificação das zonas no Município. Os dados de classificação de zonas como mistas ou sensíveis são fornecidos pela Câmara Municipal do Porto, estando atualmente em vigor a Planta de Ordenamento – Carta de Zoneamento Acústico, datada de maio de 20121, integrada no Plano Diretor Municipal em vigor, e decorrente do Plano Municipal de Redução de Ruído 2.0, datado de outubro de 2020.

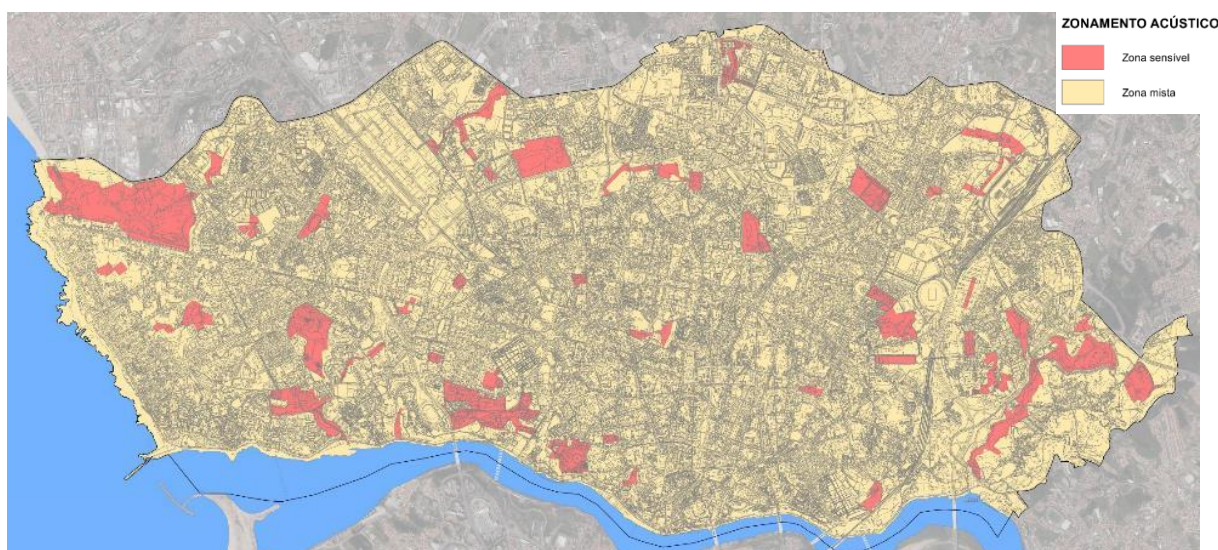




Figura 2 – Extrato da Carta de Zoneamento Acústico do Município do Porto, maio 2021 (fonte: Câmara Municipal do Porto)

### 3. DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE INTERESSE

Resumidamente, o trabalho desenvolvido teve por base os conceitos gerais de acústica ambiente, sendo os principais descritos de seguida:

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

Mapa estratégico de ruído: 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;

Mapas de Sobre-exposição: Mapas em que se representa as diferenças entre os níveis de ruído e os valores limite definidos para uma dada zona;

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: 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 outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno;

Período de referência: Intervalo do tempo para o qual os valores obtidos em ensaio são representativos. Período diurno: 7h-20h; Período do entardecer: 20h-23h; Período noturno: 23-7h.

Indicadores de ruído diurno ( $L_d$ ), entardecer ( $L_e$ ) e noturno ( $L_n$ ): níveis sonoros médios de longa duração, conforme definido a Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos de referência representativos de um ano;

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

$$L_{den} = 10 \times \log \frac{1}{24} \left[ 13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{L_e+5/10} + 8 \times 10^{L_n+10/10} \right]$$

Grande infraestrutura de transporte (GIT) rodoviário: O troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional identificada como tal pela Infraestruturas de Portugal, S.A., onde se verifique mais de três milhões de passagens de veículos por ano.

Grande infraestrutura de transporte (GIT) ferroviário: O troço ou conjunto de troços de uma linha férrea, regional, nacional ou internacional identificada como tal pela Instituto de Mobilidade e Transportes, I.P., onde se verifique mais de 30000 de passagens de comboios por ano.

Grande infraestrutura de transporte (GIT) aéreo: o aeroporto civil, identificado pela Autoridade Nacional Aviação Civil, onde se verifiquem mais de 50000 movimentos por ano, considerando-se um movimento uma aterragem ou uma descolagem, salvo os destinados exclusivamente a ações de formação em aeronaves ligeiras.

Aglomeracão: um Município com uma população residente superior a 100000 habitantes e uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado.

#### 4. ENQUADRAMENTO LEGAL

Os seguintes diplomas do quadro nacional enquadram as prescrições aplicáveis à elaboração de Mapas de Ruído Municipais:

- Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.
- Diretiva Ruído Ambiente (DRA), aprovada pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que transpõe para o direito nacional a Diretiva n.º 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho.

De seguida transcrevem-se os artigos do Regulamento Geral do Ruído (RGR ) mais pertinentes para o presente trabalho:

- Art.º 2., n.º 1

*“O presente Regulamento aplica-se às atividades ruidosas permanentes e temporárias e a outras fontes de ruído suscetíveis de causar incomodidade, designadamente:*

*(...)*

*c) Laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços;*

*d) Equipamentos de utilização no exterior;*

*e) Infraestruturas de transporte, veículos e tráfegos;*

*(...)”*

- Art.º 6., n.º 2

*“Compete aos Municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.”*

- Art.º 7., n.º 1

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

- Art.º 7., n.º 2

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

- Art.º 7., n.º 4

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

- Art.º 7., n.º 5

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

- Art.º 7., n.º 6

*“Os Municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km<sup>2</sup> estão sujeitos à elaboração de mapas estratégicos de ruído, nos termos do disposto no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho.”*

- Art.º 8., n.º 1

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

- Art.º 11. (segue-se um quadro resumo com o conteúdo deste artigo)

*“Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:”*



Tabela 1 – Síntese das exigências regulamentares ao nível do critério dos valores limites de emissão

Classificação do Local	Tipo de Envolvente	Ruído Ambiente Exterior [dB(A)]	
		L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>
Zona mista	Toda a envolvente	≤ 65	≤ 55
Zona sensível	Caso geral	≤ 55	≤ 45
	Na proximidade de uma grande infraestrutura de transporte em exploração à data de entrada do RGR	≤ 65	≤ 55
	Na proximidade de uma grande infraestrutura de transporte aéreo em projeto à data de elaboração ou revisão do PMOT	≤ 65	≤ 55
	Na proximidade de uma grande infraestrutura de transporte não aéreo em projeto à data de elaboração ou revisão do PMOT	≤ 60	≤ 50
Recetores sensíveis isolados	Zonas não classificadas por estarem localizadas fora dos perímetros urbanos	Equiparam-se a zonas sensíveis ou mistas em função dos usos existentes na sua proximidade	
Zonas ainda não classificadas	Recetores sensíveis	≤ 63	≤ 53
Centros históricos (por opção do Município)	Espaços delimitados de zonas sensíveis ou mistas	Inferior em 5 dB(A) relativamente aos limites de zona	

– Art.º 19., n.º 1

“As infraestruturas de transporte, novas ou em exploração à data de entrada em vigor do presente Regulamento, estão sujeitas aos valores limite fixados no artigo 11.º.”

– Art.º 19., n.º 3

“Para efeitos do disposto nos números anteriores, devem ser adotadas as medidas necessárias, de acordo com a seguinte ordem decrescente:

a) Medidas de redução na fonte de ruído;

b) Medidas de redução no meio de propagação de ruído.”

– Art.º 19., n.º 4

“Exceionalmente, quando comprovadamente esgotadas as medidas referidas no número anterior e desde que não subsistam valores de ruído ambiente exterior que excedam em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados na alínea b) do n.º 1 do artigo 11.º, podem ser adotadas medidas nos recetores sensíveis que proporcionem conforto acústico acrescido no interior dos edifícios adotando valores do índice de isolamento sonoro a sons de condução aérea, normalizado,  $D_{2m,n,w}$ , superiores em 3 dB aos valores constantes da alínea a) do n.º 1 do artigo 5.º, da alínea a) do n.º 1 do artigo 7.º e da alínea a) do n.º 1 do artigo 8.º, todos do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios.”

– Art.º 19., n.º 5

“A adoção e implementação das medidas de isolamento sonoro nos recetores sensíveis referidas no número anterior compete à entidade responsável pela exploração das infraestruturas referidas nos n.os 1 e 2 do presente artigo ou ao recetor

*sensível, conforme quem mais recentemente tenha instalado ou dado início à respetiva atividade, instalação ou construção, ou seja, titular da autorização ou licença mais recente.”*

De seguida transcrevem-se os artigos do Diretiva Ruído Ambiente (DRA), mais pertinentes para o presente trabalho:

- Art.º 4., n.º 1

*“Compete, no âmbito do presente decreto-lei:*

- a) Aos Municípios elaborar, aprovar e alterar os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação para as aglomerações;*
- b) Às entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo elaborar e rever os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação das grandes infraestruturas de transporte, respetivamente rodoviário, ferroviário e aéreo;*
- c) (...)”*

- Art.º 5., n.º 1

*“A elaboração e a revisão dos mapas estratégicos de ruído são realizadas de acordo com os indicadores de ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ .”*

- Art.º 6., n.º 1

*“Os valores dos indicadores de ruído  $L_{den}$  e  $L_n$  são determinados pelos métodos de avaliação definidos no anexo II ao presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.”*

- Art.º 6., n.º 2

*“Os efeitos prejudiciais podem ser avaliados com base nas relações dose-efeito referidas no anexo III do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.”*

- Art.º 7., n.º 1

*“Os mapas estratégicos de ruído são compostos por uma compilação de dados sobre uma situação de ruído existente ou prevista em termos de um indicador de ruído demonstrando a ultrapassagem de qualquer valor limite em vigor, o número estimado de pessoas afetadas e de habitações expostas a determinados valores de um indicador de ruído em determinada zona.”*

- Art.º 7., n.º 2

*“Os mapas estratégicos de ruído devem ainda obedecer aos requisitos mínimos estabelecidos no anexo IV do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.”*

- Art.º 9., n.º 4

*“Os mapas estratégicos de ruído relativos à situação no ano civil de 2011 para todas as aglomerações com mais de 100 000 habitantes, depois de elaborados e aprovados, são enviados à APA, I.P. até 31 de Março de 2012, juntamente com a informação indicada no n.º 1 do anexo VI.”*

- Art.º 9., n.º 5

*“Os mapas estratégicos de ruído relativos à situação no ano civil de 2011, para todas as grandes infraestruturas de transporte rodoviário com mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano e para todas as grandes infraestruturas de transporte ferroviário com mais de 30000 passagens de comboios por ano, são elaborados e enviados à APA, I.P., até 28 de fevereiro de 2012 para aprovação, juntamente com a informação indicada no n.º 2 do anexo VI.”*

- Art.º 9., n.º 6

*“A APA, I.P., aprova os mapas estratégicos de ruído referidos no número anterior até 30 de junho de 2012, sem prejuízo da faculdade de solicitar a apresentação de elementos adicionais ou a correção dos elementos inicialmente apresentados destinados a garantir o cumprimento do disposto no artigo 7.º.”*

- Art.º 9., n.º 8

*“Sempre que um Município ou uma infraestrutura de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo se constitua, respetivamente, aglomeração ou grande infraestrutura de transporte rodoviário ou ferroviário ou aéreo, de acordo com as definições constantes do artigo 3.º, deve elaborar e entregar à APA, I.P., no prazo de 18 meses, os respetivos mapas estratégicos de ruído.”*

– Art.º 11., n.º 1

*“Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação são reavaliados e, se necessário, alterados, pelo menos de cinco em cinco anos a contar das datas referidas nos n.ºs 2, 4 e 5 do artigo 9.º e nos n.ºs 2, 5 e 6 do artigo 10.º ou, nos casos previstos no n.º 8 do artigo 9.º e no n.º 9 do artigo 10.º, a contar da data da sua aprovação.”*

– Art.º 11., n.º 2

*“Para efeitos do número anterior, considera-se necessária a alteração dos mapas estratégicos de ruído e dos planos de ação sempre que se verifique uma alteração significativa relativamente a fontes sonoras ou à expansão urbana com efeitos no ruído ambiente.”*

– Art.º 13., n.º 1

*“Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados são disponibilizados e divulgados junto do público, acompanhados de uma síntese que destaque os elementos essenciais, designadamente através das tecnologias de informação eletrónica.”*

– Art.º 13., n.º 2

*“Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados estão igualmente disponíveis para consulta nas câmaras municipais da área territorial por eles abrangida, na APA, I.P., e junto das demais entidades referidas no artigo 4.º.”*

– Art.º 17.

*“O disposto no presente decreto-lei não prejudica a aplicação das disposições constantes no Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, na sua redação atual.”*

## 5. METODOLOGIA

A informação necessária à elaboração de mapas de ruído pode ser obtida utilizando modelos de cálculo devidamente validados e/ou recorrendo a medições acústicas. A solução ideal depende de um conjunto diversificado de fatores, como sejam a quantidade e qualidade da informação disponível, os objetivos que se pretendem alcançar, as escalas de trabalho, a tipologia de fontes sonoras envolvidas, etc. Todos os mapas de ruído são referentes aos indicadores de ruído noturno ( $L_n$ ) e diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ).

A modelação com suporte computacional constitui, por excelência, a ferramenta de suporte em previsão e é a mais desejável de utilização em mapas de ruído municipais, onde a escala, a complexidade das fontes e recetores é demasiado elevada. No presente trabalho utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação computacional, utilizando o software *Predictor-Lima Advanced Type 7810-B v2022.01*.

Toda a informação topográfica e cartográfica do modelo foi analisada e trabalhada utilizando o software de informação geográfica *QGIS 3.24.1*.

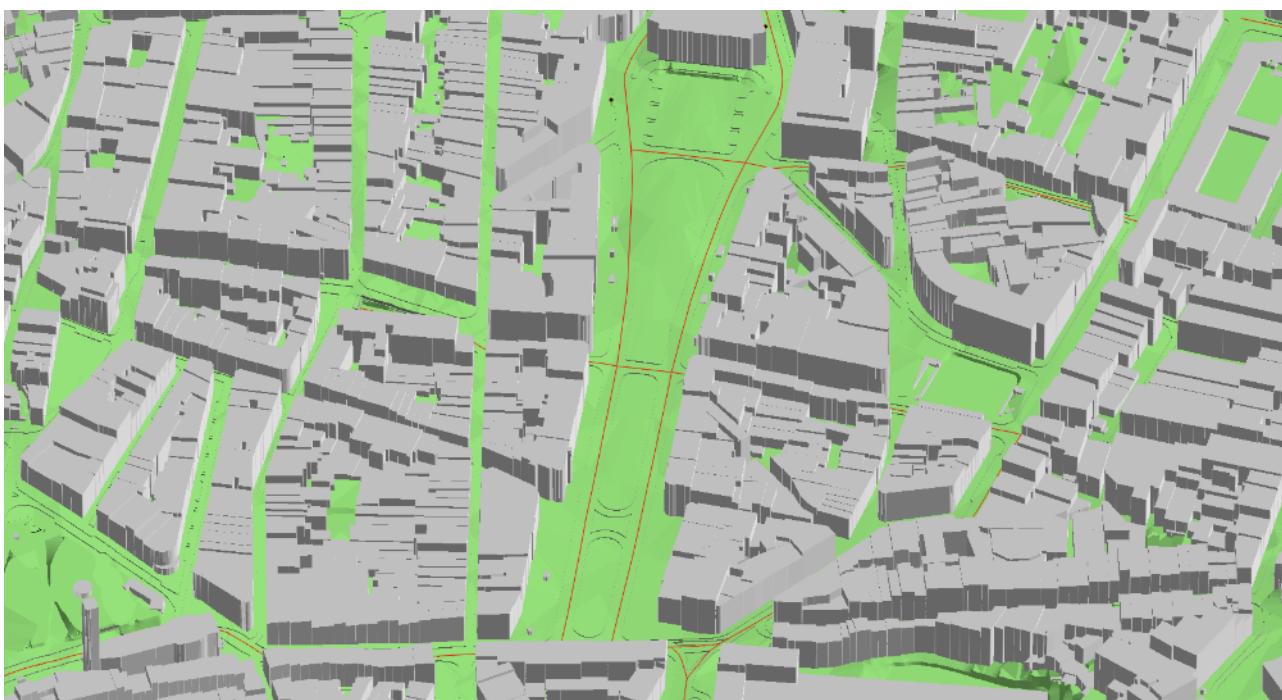
A metodologia utilizada para a elaboração do mapa estratégico de ruído teve como referência os seguintes documentos:

- “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Método CNOSSOS-EU”, datado de agosto de 2022 (versão 1), consultado no site oficial de APA;
- “Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído”, datado de agosto de 2022 (versão 3), consultado no site oficial de APA;
- Anexos técnicos de modelação presentes na Diretiva Ruído Ambiente (DRA), aprovada pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que transpõe para o direito nacional a Diretiva n.º 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho;
- Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002, relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente.

De uma forma resumida, de seguida descrevem-se os elementos de base, dados das fontes de ruído utilizados e a metodologia de cálculo do MER:

- Criação do modelo digital tridimensional do terreno com base na Cartografia Homologada com referência ao ano de 2014, fornecidos pela Câmara Municipal do Porto, e atualizado / adaptado com apoio de imagens satélite. Este inclui: a informação de altimetria do terreno; o conjunto edificado existente incluindo a informação relativa ao uso de cada edifício; e outros obstáculos que se entenderam importantes para a modelação do mapa de ruído, tais como barreiras acústicas, muros e vedações;
- Distribuição da população pelos edifícios habitacionais do Município, com base nos dados demográficos do concelho, retirados dos Censos 2011, e na volumetria dos edifícios habitacionais;
- Caracterização acústica das fontes de ruído rodoviário, ferroviário e aéreo existentes no Município. Para a determinação da potência sonora das vias rodoviárias com tráfego superior a 8000 passagens por dia (valor recomendado pela APA), partiu-se da informação do volume de tráfego rodoviário por tipologia de veículo disponibilizada pelas entidades responsáveis, das velocidades de circulação, do tipo de piso da via e da proximidade a rotundas. Para a caracterização das restantes fontes de ruído (ferroviárias e aéreas) foram utilizados os mapas de ruído de cada fonte de ruído, disponibilizados por cada entidade responsável;

- Calibração/verificação da modelação, com base em medições reais. Efetuou-se uma análise qualitativa e quantitativa entre os valores previstos pelo modelo e valores medidos sendo investigada, caso suceda, qualquer tipo de discrepância entre os valores;
- Cálculo dos mapas de ruído, a uma cota relativa de 4 metros, indicadores de ruído noturno ( $L_n$ ) e diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ), para cada tipo de fonte de ruído (rodoviárias, ferroviárias e aéreas) e global;
- Cálculo dos níveis de ruído na fachada mais exposta dos edifícios habitacionais, a uma cota relativa de 4 metros, indicadores de ruído noturno ( $L_n$ ) e diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ), para cada tipo de fonte de ruído (rodoviárias, ferroviárias e aéreas) e global;
- Estimativa da população exposta ao ruído, para os indicadores de ruído noturno ( $L_n$ ) e diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ), para cada tipo de fonte de ruído (rodoviárias, ferroviárias e aéreas) e global;



*Figura 3 – Extrato exemplificativo do modelo 3D para o cálculo do mapa de ruído – zona da Avenida dos Aliados (software de modelação Predictor-Lima Advanced Type 7810-B v2022.01)*

## 6. APRESENTAÇÃO DOS RESULTADOS

### 6.1. Mapas de Ruído

Nas Figura 4 e Figura 5, encontram-se as representações gráficas dos mapas de ruído globais, incluindo todas as fontes rodoviárias, ferroviárias e aéreas, para os indicadores noturno ( $L_n$ ) e diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ), respetivamente.

A escala utilizada nas classes de nível sonoro, a qual se apresenta na Tabela 2, foi elaborada de acordo com as “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Método CNOSSOS-EU”, datado de agosto de 2022 (versão 1), consultado no site oficial de APA.

Tabela 2 – Escala de cores das classes de níveis sonoro (adaptado: Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Método CNOSSOS-EU, agosto 2022, APA)

Indicador noturno $L_n$			Indicador diurno-entardecer-noturno $L_{den}$		
Classe de nível sonoro [dB(A)]	Cor	RGB	Classe de nível sonoro [dB(A)]	Cor	RGB
$L_n < 40$ (*)	verde-claro	80,255,0	$L_{den} < 40$ (*)	verde-claro	80,255,0
$40 \leq L_n < 45$ (*)	verde-escuro	0,180,0	$40 \leq L_{den} < 45$ (*)	verde-escuro	0,180,0
$45 \leq L_n < 50$	amarelo	255,255,70	$45 \leq L_{den} < 50$	amarelo	255,255,70
$50 \leq L_n < 55$	ocre	255,220,0	$50 \leq L_{den} < 55$	ocre	255,220,0
$55 \leq L_n < 60$	laranja	255,180,0	$55 \leq L_{den} < 60$	laranja	255,180,0
$60 \leq L_n < 65$	vermelho	255,0,0	$60 \leq L_{den} < 65$	vermelho	255,0,0
$65 \leq L_n < 70$	carmim	200,0,0	$65 \leq L_{den} < 70$	carmim	200,0,0
$L_n \geq 70$	magenta	255,0,255	$70 \leq L_{den} < 75$	magenta	255,0,255
			$L_{den} \geq 75$	azul	0,0,255

(\*) **NOTA:** Estas classes de nível sonoro não serão utilizadas nos mapas de ruído das fontes aéreas e nos mapas de ruído de fontes globais, dado que os dados fornecidos pela ANA, referentes aos mapas de ruído do Aeroporto Francisco Sá Carneiro, não contemplavam estas classes. Desta forma, estas são substituídas pelas classes  $L_n < 45$  dB(A) e  $L_{den} < 55$  dB(A), sendo estas representadas em branco nos respetivos mapas de ruído.

Os mapas de ruído individualizados para cada fonte de ruído, relativos aos indicadores  $L_n$  e  $L_{den}$  encontram-se no anexo ao presente documento

Nome do ficheiro	Descrição geral
AG_PT_oo_6_Lden_RD.pdf	Mapa de ruído - fontes rodoviárias, indicador diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ )
AG_PT_oo_6_Lnight_RD.pdf	Mapa de ruído - fontes rodoviárias, indicador noturno ( $L_n$ )
AG_PT_oo_6_Lden_RL.pdf	Mapa de ruído - fontes ferroviárias, indicador diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ )
AG_PT_oo_6_Lnight_RL.pdf	Mapa de ruído - fontes ferroviárias, indicador noturno ( $L_n$ )
AG_PT_oo_6_Lden_LPPR.pdf	Mapa de ruído - fontes aéreas, indicador diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ )
AG_PT_oo_6_Lnight_LPPR.pdf	Mapa de ruído - fontes aéreas, indicador noturno ( $L_n$ )

As legendas dos mapas de ruído estão de acordo com as indicações presentes nas diretrizes emitidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).



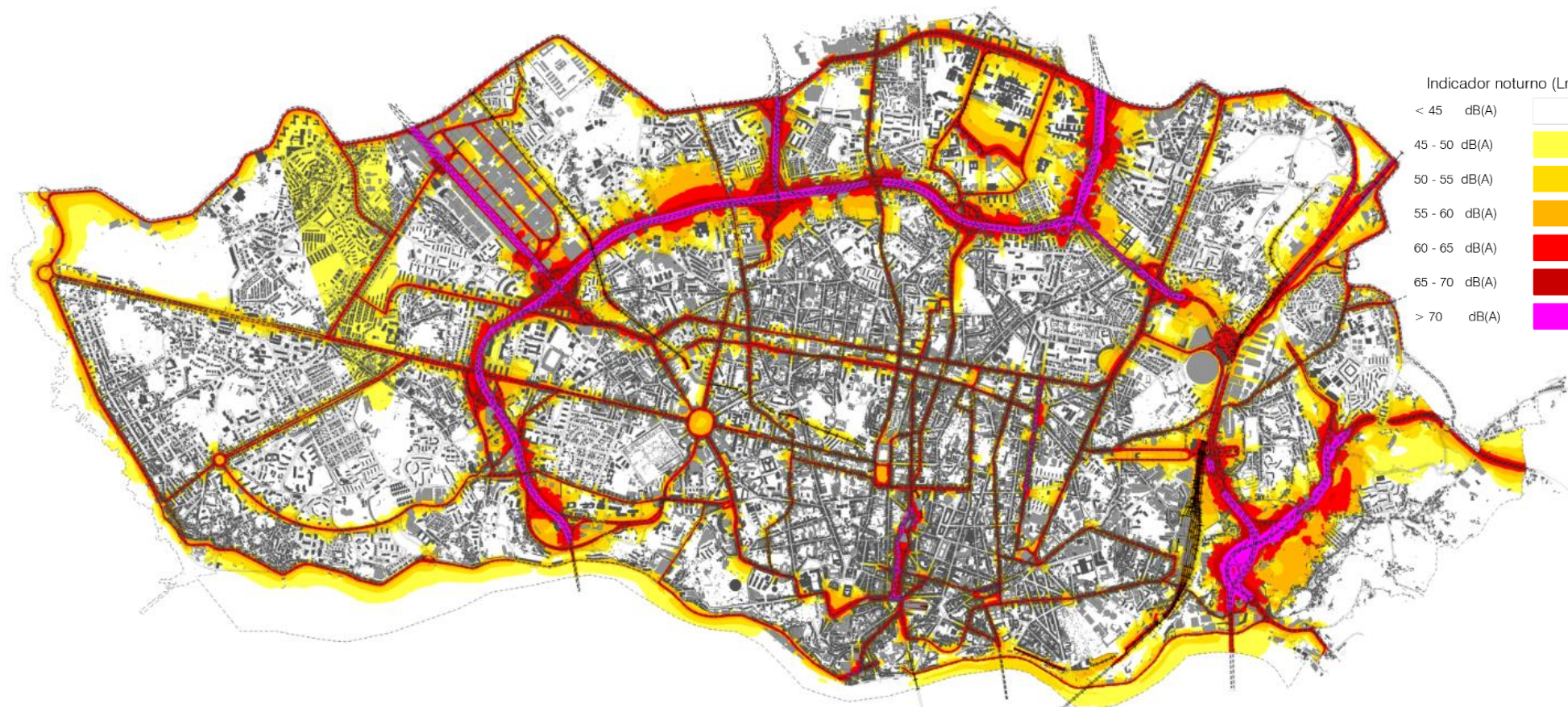


Figura 4 – Representação gráfica do Mapa de Ruído Global, indicador noturno  $L_n$



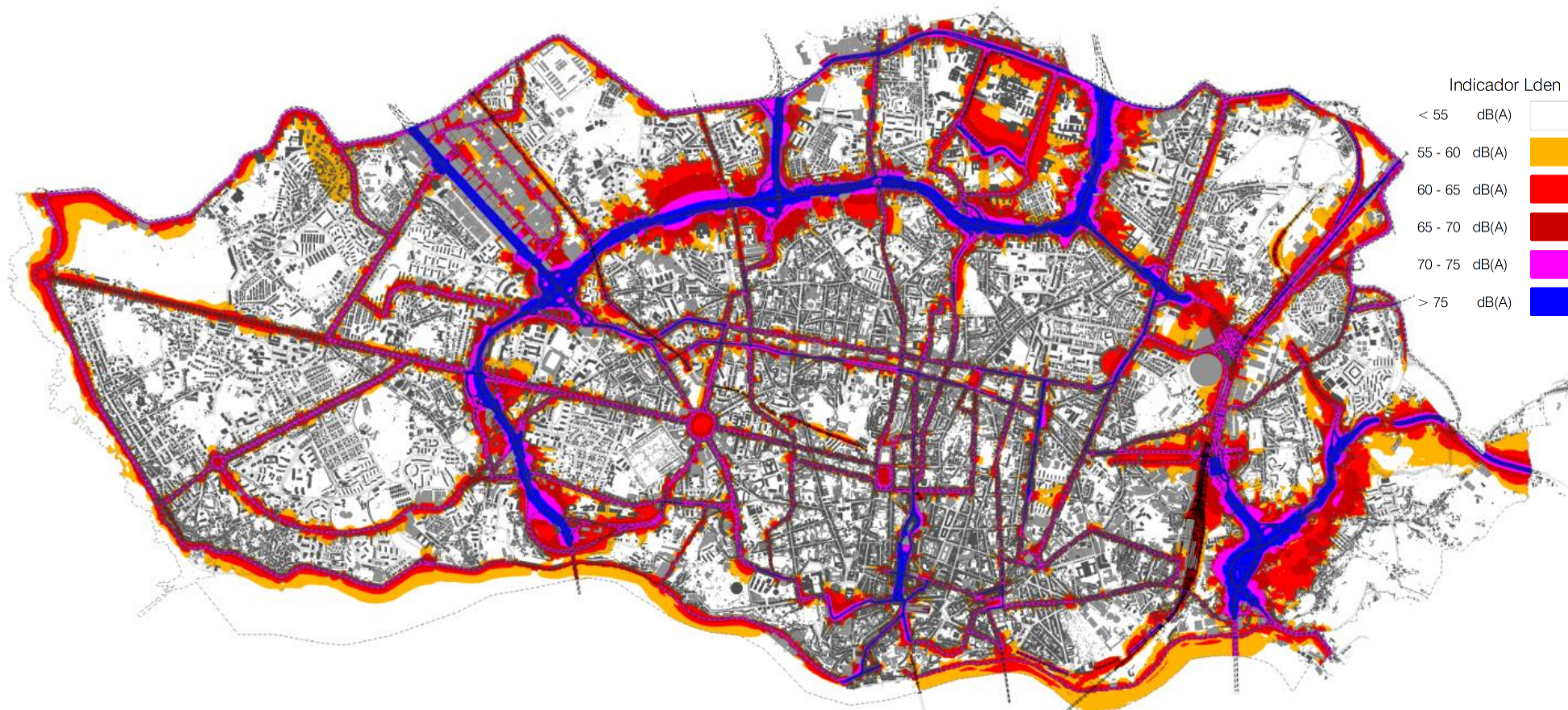


Figura 5 – Representação gráfica do Mapa de Ruído Global, indicador diurno-entardecer-noturno  $L_{den}$

## 6.2. População exposta

Os resultados para a população exposta ao ruído no Município do Porto, para os indicadores noturno ( $L_n$ ) e diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ), são apresentados sob a forma de tabelas. Estas tabelas têm por objetivo apresentar os dados que relacionam os níveis de ruído incidentes nas fachadas de edifícios habitacionais com o número de pessoas que nelas habitam.

Nas Tabela 3 e Tabela 4 encontra-se a estimativa da população exposta às diferentes classes de níveis sonoros para os indicadores  $L_n$  e  $L_{den}$ , respetivamente.

Tabela 3 – Número estimado de pessoas residentes expostas a diferentes classes de nível sonoro, indicador  $L_n$ , a 4 m altura e na "fachada mais exposta", por fonte sonora

Classe de nível sonoro [dB(A)]	Número estimado de residentes expostos – indicador $L_n$							
	Fontes rodoviárias		Fontes ferroviárias		Fontes aéreas		Fontes industriais	Todas as fontes
	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT		
$L_n < 45$	170403	217611	236441	237028	227068	227068	-	161047
$45 \leq L_n < 50$	20635	7824	703	235	10523	10523	-	30547
$50 \leq L_n < 55$	18289	4942	245	170	0	0	-	17966
$55 \leq L_n < 60$	19574	3735	148	113	0	0	-	18620
$60 \leq L_n < 65$	7503	2861	55	44	0	0	-	8044
$65 \leq L_n < 70$	1172	616	0	0	0	0	-	1350
$L_n \geq 70$	16	0	0	0	0	0	-	16

Tabela 4 – Número estimado de pessoas residentes expostas a diferentes classes de nível sonoro, indicador  $L_{den}$ , a 4 m altura e na "fachada mais exposta", por fonte sonora

Classe de nível sonoro [dB(A)]	Número estimado de residentes expostos – indicador $L_{den}$							
	Fontes rodoviárias		Fontes ferroviárias		Fontes aéreas		Fontes industriais	Todas as fontes
	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT		
$L_{den} < 55$	174940	220978	236551	237032	236623	236623	-	172911
$55 \leq L_{den} < 60$	18719	5737	661	261	968	968	-	20253
$60 \leq L_{den} < 65$	18630	5344	241	201	0	0	-	18015
$65 \leq L_{den} < 70$	19210	2800	134	92	0	0	-	19805
$70 \leq L_{den} < 75$	5427	2639	4	4	0	0	-	5941
$L_n \geq 75$	665	93	0	0	0	0	-	666

## 7. AVALIAÇÃO CRÍTICA DE RESULTADOS E CONCLUSÕES FINAIS

Os dados utilizados para o cálculo dos mapas de ruído foram disponibilizados pela Câmara Municipal do Porto e pelas entidades responsáveis pelas Grandes Infraestruturas de Transporte rodoviárias, ferroviárias e aéreas. Salienta-se que os mapas de ruído calculados correspondem a valores médios dos níveis sonoros anuais, pelo que há uma normal variabilidade do nível sonoro ao longo do ano, sobretudo, associada à variação do volume de tráfego que depende de vários fatores. A análise dos resultados também deverá considerar eventuais incertezas.

Nos gráficos das Figura 6 e Figura 7 apresenta-se a percentagem da população residente exposta a cada classe de ruído, para os indicadores  $L_n$  e  $L_{den}$ , respetivamente.

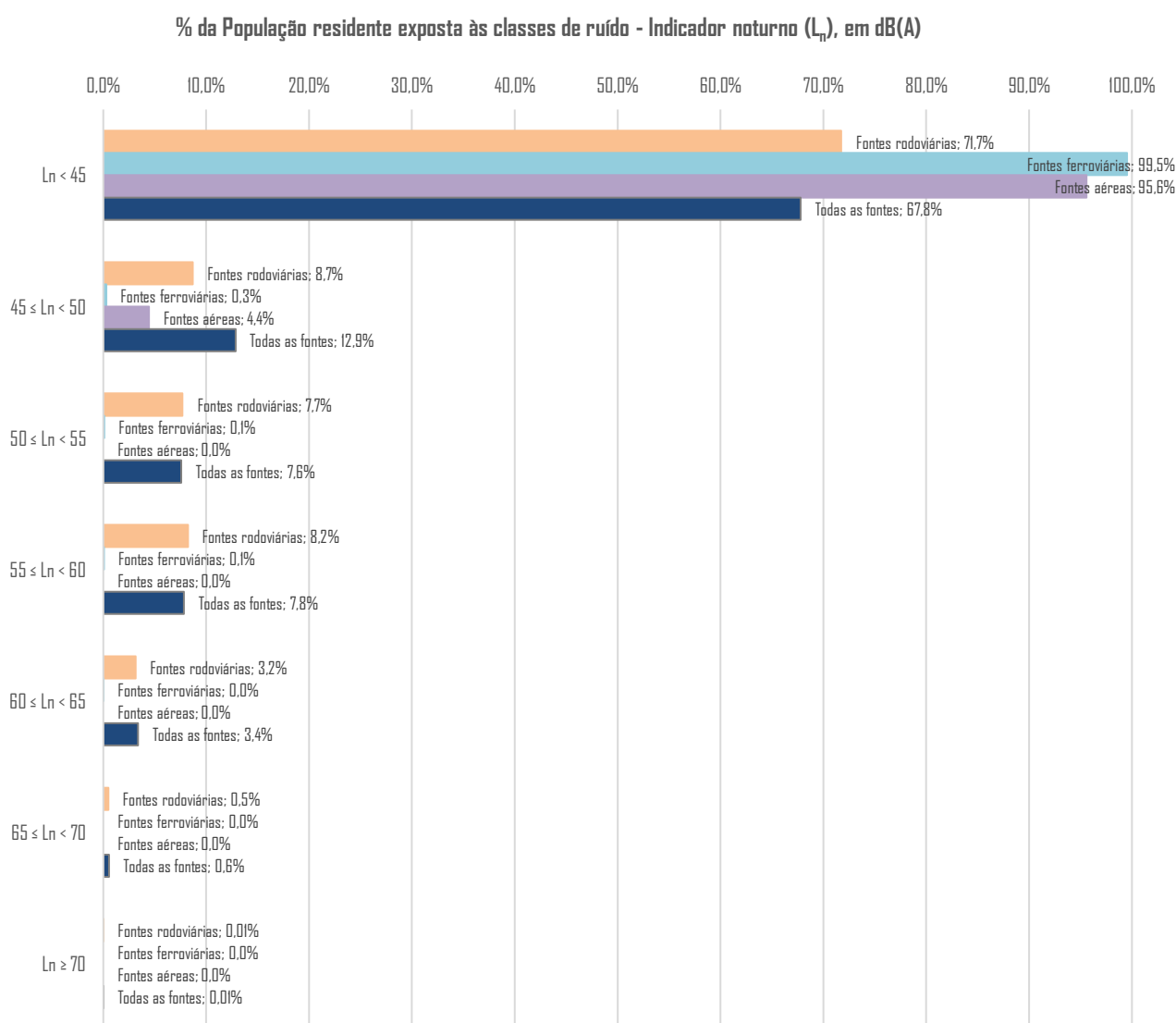


Figura 6 – Gráfico da percentagem da população residente exposta a cada classe de ruído – indicador noturno ( $L_n$ )

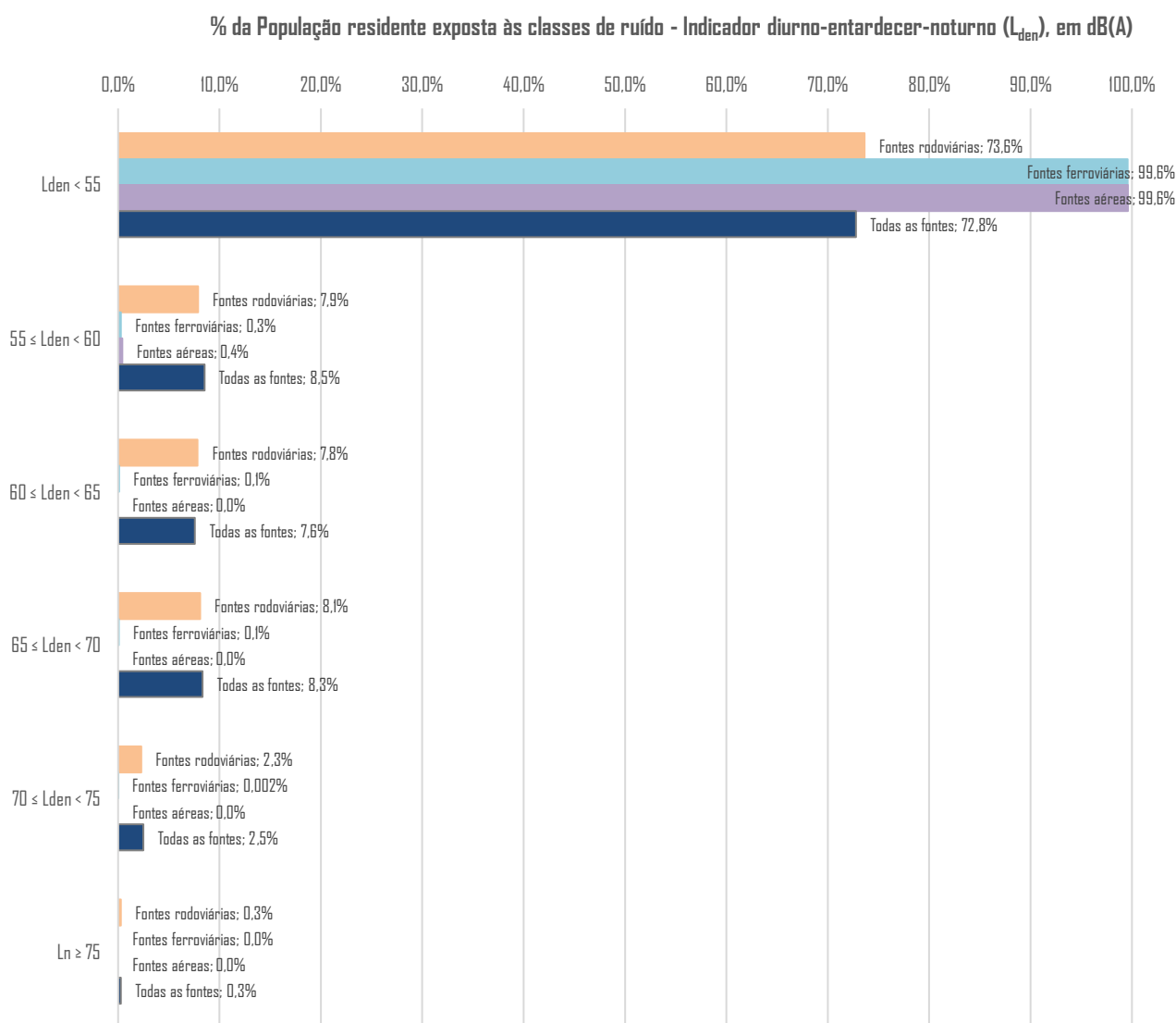


Figura 7 – Gráfico da percentagem da população residente exposta a cada classe de ruído – indicador diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ )

Pela análise dos resultados obtidos tanto nos mapas de ruído e de sobre-exposição ao ruído calculados, como nas estimativas da população residente exposta às classes de ruído e em situação de sobre-exposição, foi possível retirar as seguintes conclusões:

- A maioria da população residente está exposta a valores inferiores a 45 dB(A) no para o indicador noturno ( $L_n$ ) e 55 dB(A) no período diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ).
- A principal fonte de ruído no Município é o ruído proveniente do tráfego rodoviário, tendo como principais emissores: toda a extensão da VCI / A20; A3; A43; Avenida AEP; Estrada Nacional EN14; Estrada da Circunvalação, e todas os principais acessos a estas. Importa também referir o elevado tráfego nas principais vias nas zonas de acesso ao centro da cidade.
- Verifica-se que as fontes rodoviárias são quase exclusivamente responsáveis pelas condições de sobre-exposição ao ruído, sendo que cerca de 18% da população residente encontra-se em situação de sobre-exposição ao ruído

até 5 dB(A), para ambos os indicadores  $L_n$  e  $L_{den}$ . Cerca de 5% (para o indicador  $L_n$ ) e 3% (para o indicador  $L_{den}$ ) da população residente encontra-se exposta entre 5 e 10 dB(A) acima do limite legal de exposição.

- A população em situação de sobre-exposição às fontes de ruído ferroviárias é praticamente desprezável.
- As fontes aéreas incidem numa pequena área do Município do Porto, sendo que provocam uma reduzida situação de sobre-exposição ao ruído no período noturno, nunca ultrapassando os 5 dB(A) de sobre-exposição. Salienta-se também que não se estima que haja população residente em situação de sobre-exposição ao ruído dos aviões.

De acordo com o art.º 7. da Diretiva Ruído Ambiente (DRA), aprovada pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, a presente Revisão do Mapa Estratégico de Ruído do Município do Porto deve servir de base e apoio à Câmara Municipal do Porto para a atualização / reviso do seu Plano de Ação de Ruído, que incidirá principalmente nas vias rodoviárias da sua responsabilidade.

As restantes fontes de ruído no Município são da responsabilidade de entidades externas e pelo qual os Planos de Ação de Ruído são da responsabilidade das respetivas entidades, designadamente as Infraestruturas de Portugal e a Brisa – Auto-estradas de Portugal, S.A para as GIT rodoviárias e ferroviárias já anteriormente identificadas no presente documento, e Autoridade Nacional de Aviação para a GIT aérea.

Por último é de referir que, de acordo com o art.º 11. DRA, o presente Mapa Estratégico de Ruído deverá ser alvo de atualização futura, tipicamente num horizonte de 5 anos e na sequência da implementação dos planos de ação elaborados ou a elaborar pelas entidades responsáveis.

## **8. EQUIPA TÉCNICA**

**Autoria:** Telmo Pereira, Eng.º do Ambiente;

**Coordenação:** Rui Calejo, Eng.º Civil;

**Colaboração:** Carla Firmino, Secretária; Mário Calejo, Eng.º Técnico Civil

**Verificação:** Rui Calejo, Eng.º Civil.