

Mapa Estratégico de Ruído da A28



Memória Descritiva

Referência do relatório: 1181.1/21DBW_MRIT_A28_MD_REV01

Data do relatório: Janeiro 2023

Nº. total de páginas (excluindo anexos): 47

Mod. 60-05.03

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício D – Taguspark, 2740-120 Porto Salvo | Tel: +351 214228197

PORTO (sede): Rua do Mirante 258, 4415-491 Grijó

C.R.C. V. N. de Gaia - Cap. Social 187.500 Eur - Cont. n.º 513205993

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO E ÂMBITO DO TRABALHO	2
3. CONTEXTO LEGISLATIVO.....	4
3.1. DEFINIÇÕES	4
3.2. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES.....	6
3.3. REQUISITOS PARA OS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	7
3.4. PLANEAMENTO MUNICIPAL.....	8
3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	9
4. DESCRIÇÃO DO PROJETO	11
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA AUTOESTRADA A28	11
4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO	11
4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO	11
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	14
4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO	14
4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE.....	14
4.3. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR	17
5. METODOLOGIA	21
5.1. INTRODUÇÃO	21
5.2. INDICADORES DE RUÍDO	21
5.3. MÉTODOS DE CÁLCULO	22
5.3.1. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU.....	22
5.3.2. PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO	24
5.4. DADOS DE BASE	26
5.4.1. DADOS DE BASE CARTOGRÁFICOS.....	26
5.4.2. DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL	27
5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS	27
5.4.4. DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO	28
5.4.5. DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO.....	28
5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	29
5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS	30
5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS.....	32
5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	33
5.5.4. CÁLCULO DOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	34
5.5.5. IMPRESSÃO FINAL DOS MAPAS	35
6. RESULTADOS.....	36
6.1. INTRODUÇÃO	36
6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO.....	36
6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS.....	36
6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA.....	39
6.3. MONITORIZAÇÕES CONTÍNUAS DE VALIDAÇÃO.....	42
7. CONCLUSÕES	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46

Mapa Estratégico de Ruído da A28

MEMÓRIA DESCRITIVA

Ficha técnica

Designação do projeto	Mapa Estratégico de Ruído da A28
Cliente	Auto-Estradas Norte Litoral
Morada	Rua de Agre Nova, 704 4485-040 Aveleda
Localização do projeto	Autoestrada A28, entre o nó de Sendim e o nó da EN305
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário
Data de emissão	Janeiro 2023

Este relatório é uma revisão do relatório com a referência 1181.1/21DBW_MRIT_A28_MD emitido em Janeiro de 2023 e substitui-o integralmente

Equipa Técnica

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Eletrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Diretor Técnico.
- Jorge Preto, Eng. do Território (IST), Pós-graduação em SIG (Geopoint) – Técnico Superior da dBwave.i
- Teresa Claro, Eng. do Território (IST), Diploma de Formação Avançada em Engenharia Acústica – Consultora ambiental, especializada em acústica.
- Madalena Vaz de Miranda, Engenheira do Ambiente (FCT/UNL), Mestrado em Ordenamento do Território e Impactes Ambientais (FCT/UNL) – Técnica Superior da dBwave.i

1. INTRODUÇÃO

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 Norte Litoral, S.A. 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 e daí por diante a cada 5 anos, como definido no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.

O presente estudo reporta-se à 4ª fase de implementação da referida Diretiva e incide nos sublanços da A28 com maior volume de tráfego, entre os nós de Sendim e da EN305, pois para a presente autoestrada são os que registam mais de 3 milhões de passagens de veículos anuais.

2. OBJETIVO E ÂMBITO DO TRABALHO

Em traços gerais, os objetivos dos MER são:

- Descrever a situação acústica existente em função de indicadores de ruído;
- Possibilitar a identificação da ultrapassagem de valores limite;
- Quantificar o número estimado de recetores sensíveis numa determinada zona que estão expostos a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- Quantificar o número estimado de pessoas localizadas numa zona exposta ao ruído;
- Quantificar a área exposta a valores específicos de um dado indicador de ruído.

O âmbito final do trabalho descrito neste relatório preliminar consiste na elaboração do Mapa Estratégico de Ruído para a A28, abrangendo os seguintes sublanços detalhados de seguida do PK 5+980 até ao PK 82+080:

- Sendim - Matosinhos
- Matosinhos – Leça da Palmeira
- Leça da Palmeira – Exponor
- Exponor – Terminal TIR
- Terminal TIR – Freixieiro

- Freixieiro – Perafita
- Perafita – IC24
- IC24 – Angeiras
- Angeiras – Modivas
- Modivas – EN104
- EN104 – Vila do Conde
- Vila do Conde – Póvoa de Varzim
- Póvoa de Varzim – Estela
- Estela – Apúlia
- Apúlia – Esposende
- Esposende – Antas
- Antas – Neiva
- Neiva – Darque
- Darque – Viana do Castelo
- Viana do Castelo – Meadela
- Meadela – Outeiro
- Outeiro – EN305

O MER será 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;
- *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.

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

- *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Métodos CNOSSOS-EU – Versão 1*, publicadas pela APA em agosto de 2022.
- *Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído – Versão 4*, publicadas pela APA em agosto de 2022.

Conforme indicado no DL 136-A/2019, os Mapas Estratégicos de Ruído apresentados são relativos ao ano civil de 2021.

3. CONTEXTO LEGISLATIVO

A legislação portuguesa aplicável à elaboração de MER e respetivos PA consiste em:

- Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, que transpõe a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, alterado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que transpõe a Diretiva (UE) 2015/996, da Comissão, de 19 de maio de 2015, que estabelece métodos comuns de avaliação do ruído de acordo com a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho;
- 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.

3.1. DEFINIÇÕES

De seguida apresenta-se uma síntese das principais definições constantes da legislação aplicável à elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído elaborados neste estudo:

Grande infraestrutura de transporte rodoviário: o troço ou troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional, identificados por um município ou pelo IP - Infraestruturas de Portugal, onde se verificarem mais de três milhões de passagens de veículos por ano.

Mapa estratégico de ruído: um 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.

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.

Planos de ação: os planos destinados a gerir o ruído no sentido de minimizar os problemas dele resultantes, nomeadamente pela redução dos níveis de ruído em recetores sensíveis.

Relação dose-efeito: a relação entre o valor de um indicador de ruído e um efeito prejudicial.

Ruído ambiente (DL 146/2006): um som externo indesejado ou prejudicial gerado por atividades humanas, incluindo o ruído produzido pela utilização de grandes infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e instalações industriais, designadamente as definidas no anexo I do Decreto-Lei n.º 194/2000, de 21 de agosto, com as alterações introduzidas pelos Decretos-Lei n.ºs 152/2002, de 23 de maio, 69/2003, de 10 de abril, 233/2004, de 14 de dezembro, e 130/2005, de 16 de agosto.

Ruído ambiente (DL 9/2007): 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 residual: ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação.

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

Valor limite: o valor de L_{den} ou de L_n que, caso seja excedido, dá origem à adoção de medidas de redução do ruído por parte das entidades competentes.

Zona tranquila de uma aglomeração (DL 146/2006): uma zona delimitada pela câmara municipal, no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que está exposta a um valor de L_{den} igual ou inferior a 55 dB(A) e de L_n igual ou inferior a 45 dB(A), como resultado de todas as fontes de ruído existentes.

Zona tranquila em campo aberto (DL 146/2006): uma zona delimitada pela câmara municipal, no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que não é perturbada por ruído de tráfego, de indústria, de comércio, de serviços ou de atividades recreativas.

Zona sensível (DL 9/2007): a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno.

Zona mista (DL 9/2007): a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível.

Zona urbana consolidada (DL 9/2007): a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Recetor sensível: o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana.

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

L_d (indicador de ruído diurno): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano.

L_e (indicador de ruído do entardecer): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano.

L_n (indicador de ruído noturno): o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano.

L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno): o indicador de ruído associado ao incómodo global, também designado nível diurno-entardecer-noturno, expresso em decibel [dB(A)] e definido pela seguinte fórmula:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right)$$

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:

- **Período diurno:** das 7 às 20 horas
- **Período do entardecer:** das 20 às 23 horas

- **Período noturno:** das 23 às 7 horas

L_{Aeq} , nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, de um ruído e num intervalo de tempo: nível sonoro, em dB(A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo, em que $L(t)$ é o valor instantâneo do nível sonoro em dB(A) e T o período de tempo considerado:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left[\frac{1}{T} \int_0^T 10^{\frac{L(t)}{10}} dt \right]$$

3.2. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

De acordo com o D.L. n.º 146/2006:

- A unidade um ano corresponde a um período com a duração de um ano no que se refere à emissão sonora e a um ano médio no que diz respeito às condições meteorológicas.
- Nos casos em que existam superfícies refletoras (por exemplo, fachadas) é considerado o som incidente, o que significa que se despreza o acréscimo de nível sonoro devido à reflexão que aí ocorre (regra geral, isso implica uma correção de – 3 dB(A) em caso de medição a menos de 3,5 m da referida superfície).
- A altura do ponto de avaliação dos indicadores depende da respetiva aplicação:
 - Em caso de cálculo para fins da elaboração de mapas estratégicos de ruído relativamente à exposição ao ruído na proximidade dos edifícios, os pontos de avaliação são fixados a uma altura de 4 m±0,2 m (de 3,8 m a 4,2 m) acima do solo e na fachada mais exposta: para este efeito, a fachada mais exposta é a parede exterior em frente da fonte sonora específica e mais próxima da mesma. Para outros fins, podem ser feitas outras escolhas;
 - Em caso de medição para fins da elaboração de mapas estratégicos de ruído relativamente à exposição ao ruído na proximidade dos edifícios, podem ser escolhidas outras alturas, que, todavia, nunca podem ser inferiores a 1,5 m acima do solo, devendo os resultados obtidos ser corrigidos de acordo com uma altura equivalente a 4 m;
 - Para outros fins, como planeamento ou zonamento acústico, podem ser escolhidas outras alturas, nunca inferiores a 1,5 m acima do solo. São exemplos:
 - Zonas rurais com casas de um piso;
 - A conceção de medidas locais destinadas a reduzir o impacto do ruído em habitações específicas;
 - Um mapa de ruído pormenorizado de uma zona limitada, mostrando a exposição ao ruído de cada uma das habitações.
- O método provisório de cálculo dos indicadores L_{den} e L_n é, de acordo com o Decreto-Lei n.º 136-A/2019, o método CNOSSOS, desenvolvido no âmbito do projeto CNOSSOS-UE (Métodos Comuns de Avaliação do Ruído na Europa) conduzido pelo Centro Comum de Investigação da Comissão Europeia, na parte relativa ao ruído do tráfego rodoviário.

3.3. REQUISITOS PARA OS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

De acordo com o Decreto-Lei 146/2006, um mapa estratégico de ruído é uma apresentação dos dados referentes a um dos seguintes aspetos:

Constituem uma apresentação dos dados referentes aos seguintes aspetos:

- Situação acústica existente ou prevista em função de um indicador de ruído;
- Ultrapassagem de um valor limite;
- Área exposta a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- Número estimado de recetores sensíveis numa determinada zona que estão expostos a valores específicos de um dado indicador de ruído;
- Número estimado de pessoas localizadas numa zona exposta ao ruído.

Podem ser apresentados sob a forma de:

- Figuras/cartografia (elementos considerados essenciais);
- Dados numéricos em quadros;
- Dados numéricos sob forma eletrónica.

São utilizados para os seguintes fins:

- Proporcionar uma base de dados que sustente a informação a enviar à Comissão Europeia, que é descrita no ponto 2 do anexo VI do D. L. 146/2006;
- Construir uma fonte de informação para os cidadãos, devendo os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados ser disponibilizados e divulgados junto do público, acompanhados de uma síntese que destaque os elementos essenciais, designadamente através das tecnologias de informação eletrónica, devendo estar igualmente disponíveis para consulta nas câmaras municipais da área territorial por eles abrangida, na APA e junto das entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transportes;
- Servir de base para elaboração dos planos de ação.

Os requisitos mínimos para os dados a enviar à Comissão Europeia para as infraestruturas rodoviárias são:

- Uma descrição geral das grandes infraestruturas de transporte rodoviário em análise: localização, dimensão e dados sobre o tráfego;
- Uma caracterização das suas imediações: zonas urbanas, outras informações sobre a utilização do solo e outras grandes fontes de ruído;
- Programas de controlo do ruído executados no passado e medidas em vigor em matéria de ruído;

- Métodos de cálculo ou de medição utilizados;
- O número estimado de pessoas que vivem fora das aglomerações¹ em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_{den} , em dB(A), a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta:]55,60];]60,65];]65,70];]70,75]; e $L_{den} > 75$;
- O número estimado de pessoas que vivem fora das aglomerações em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_n , em dB(A), a uma altura de 4 m, na fachada mais exposta:]45,50];]50,55];]55,60];]60,65];]65,70]; e $L_n > 70$;
- A área total (em quilómetros quadrados) exposta a valores de L_{den} superiores a 55 dB(A), 65 dB(A) e 75 dB(A), respetivamente;
- Adicionalmente deve indicar-se o número estimado de habitações e o número estimado de pessoas residentes em cada uma dessas áreas. Esses valores devem incluir as aglomerações;
- Os contornos correspondentes aos 55 dB(A) e 65 dB(A) são igualmente apresentados num ou mais mapas que incluem informações sobre a localização de zonas urbanas abrangidas pelas áreas delimitadas por esses contornos.

Para fins de informação aos cidadãos e de elaboração dos PA podem ser 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 MER 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 acima definido.

A elaboração do MER 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 .

3.4. PLANEAMENTO MUNICIPAL

De acordo com o artigo 6.º do D.L. n.º 9/2007:

¹ As grandes aglomerações em Portugal, de acordo com a definição do DL 146/2006 e Diretrizes da APA correspondem a um município com uma população residente superior a 100.000 habitantes e uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado, não estando incluído nenhum município nessas condições na área de estudo da A28.

- Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas;
- 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;
- A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas é realizada na elaboração de novos planos e implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor;
- Os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, a ocupação dos solos com usos suscetíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programadas.

3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

De acordo com o artigo 11.º do D.L. n.º 9/2007, os limites máximos de exposição são os seguintes:

- As zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As zonas sensíveis não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infraestrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- Até à classificação das zonas sensíveis e mistas, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos recetores sensíveis os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

Estes limites resumem-se no quadro seguinte.

Quadro 3-1 – Valores limite de exposição ao ruído ambiente exterior

Classificação acústica	L _{den} dB(A)	L _n dB(A)
Zonas mistas	≤ 65	≤ 55
Zonas sensíveis	≤ 55	≤ 45
Zonas sensíveis na proximidade de GIT existente	≤ 65	≤ 55
Zonas sensíveis na proximidade de GIT não aéreo em projeto	≤ 60	≤ 50
Zonas sensíveis na proximidade de GIT aéreo em projeto	≤ 65	≤ 55
Zonas ainda não classificadas	≤ 63	≤ 53

4. DESCRIÇÃO DO PROJETO

4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA AUTOESTRADA A28

4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO

A autoestrada objeto do presente estudo estabelece a ligação entre a cidade do Porto e Caminha, sendo que o presente MER tem o seu início no Nó de Sendim e término no Nó da EN305, ou seja, desde o pK 5+930 até ao pK 82+010, os quais totalizam cerca de 76km.

No quadro que se segue apresentam-se os sublanços abrangidos pela A28 e cujo tráfego da plena via foi considerado neste estudo.

Quadro 4-1 – Sublanços abrangidos pelo estudo

Sublanços	Extensão (m)
Sendim-Matosinhos	1000
Matosinhos-Leça da Palmeira	600
Leça da Palmeira-Exponor	1100
Exponor-Terminal TIR-Freixeiro	1400
Freixeiro-Perafita	1300
Perafita-IC24	500
IC24-Angeiras	2900
Angeiras – Modivas	5000
Modivas-EN104	3100
EN104-Vila do Conde	5900
Vila do Conde-Póvoa de Varzim	3300
Povoa do Varzim - Estela	7100
Estela-Apúlia	3900
Apúlia-Esposende	4900
Esposende – Antas	9800
Antas-Neiva	3700
Neiva – Darque	5200
Darque-Viana	3400
Viana-Meadela	1000
Meadela-Outeiro	3600
Outeiro-EN305	7400

4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO

Nos sublanços em análise a A28 atravessa aglomerados populacionais com alguma densidade principalmente nos sublanços iniciais. Verifica-se a existência de unidades industriais e comerciais principalmente junto aos nós. O tráfego que circula na autoestrada em estudo é dominado por veículos ligeiros ao longo de todo o dia, sendo que a altura que apresenta maiores percentagens de veículos pesados é no período noturno.

Os dados de base de tráfego necessários para o cálculo dos níveis sonoros para a plena via foram fornecidos pela concessionária, de acordo com os dados reais relativos ao ano de 2021. Os mesmos são apresentados, para cada sublanço, sob a forma de tráfego médio horário (TMH) e restantes categorias previstas no método CNOSSOS-EU, por sentido e período de referência, incluindo ainda informação relativa ao limite de velocidade e à camada de desgaste aplicada na via, conforme se pode ver no quadro seguinte.

Quadro 4-2 – Dados de tráfego considerados para os sublanços da A28

Toponímia	ID	Período diurno					Período entardecer					Período noturno					vmáx (km/h)		Camada de desgaste
		TMH (veic./h)	% total pesados	% pesados tipo 3	% total motociclos	% motociclos tipo 4b	TMH (veic./h)	% total pesados	% pesados tipo 3	% total motociclos	% motociclos tipo 4b	TMH (veic./h)	% total pesados	% pesados tipo 3	% total motociclos	% motociclos tipo 4b	Ligeiros	Pesados	
Sendim-Matosinhos/ Matosinhos- Leça/Leça-Exponor	F002	4407	5%	46%	0,1%	0,0%	2622	4%	47%	0,1%	0,0%	1126	8%	51%	0,1%	0,0%	100	80	Drenante
Exponor-Freixeiro	F003	3766	9%	49%	0,1%	0,0%	2084	11%	68%	0,1%	0,0%	891	14%	50%	0,2%	0,0%	100	80	Drenante
Freixeiro-Perafita	F004	3590	6%	67%	0,1%	0,0%	1919	4%	80%	0,1%	0,0%	804	11%	74%	0,0%	0,0%	100	80	Drenante
Perafita-IC24	F005	3321	7%	19%	0,4%	0,0%	1711	4%	21%	0,2%	0,0%	708	10%	20%	0,2%	0,0%	100	80	Drenante
IC24-Angeiras	F006	6210	9%	68%	0,1%	0,0%	3039	6%	77%	0,1%	0,0%	1465	15%	77%	0,1%	0,0%	100	80	Drenante
Angeiras - Modivas	F007	2841	14%	40%	0,3%	0,0%	1370	9%	50%	0,3%	0,0%	363	23%	53%	0,2%	0,0%	120	80	Drenante
Modivas-EN104	F008	1665	6%	60%	0,1%	0,0%	818	3%	73%	0,1%	0,0%	373	9%	72%	0,0%	0,0%	120	80	Drenante
EN104-Vila do Conde	F009	2885	7%	41%	0,1%	0,0%	1435	6%	39%	0,1%	0,0%	659	10%	53%	0,1%	0,0%	120	80	Drenante
Vila do Conde-Póvoa de Varzim	F010	2488	7%	54%	0,1%	0,0%	1293	4%	68%	0,0%	0,0%	563	10%	67%	0,0%	0,0%	120	80	Drenante
Póvoa do Varzim - Estela	F011	1427	16%	49%	0,3%	0,0%	657	10%	58%	0,3%	0,0%	180	24%	62%	0,2%	0,0%	120	80	Drenante
Estela-Apúlia	F012	1448	9%	59%	0,1%	0,0%	706	5%	71%	0,1%	0,0%	315	14%	72%	0,0%	0,0%	120	80	Drenante
Apúlia-Esposende	F013	1320	9%	64%	0,4%	0,0%	634	5%	77%	0,9%	0,0%	300	13%	76%	0,8%	0,0%	120	80	Drenante
Esposende - Antas	F014	871	19%	50%	0,3%	0,0%	396	12%	56%	0,3%	0,0%	115	31%	63%	0,2%	0,0%	120	80	Drenante
Antas-Neiva	F015	874	11%	72%	0,2%	0,0%	412	7%	84%	0,2%	0,0%	195	18%	82%	0,1%	0,0%	120	80	Drenante
Neiva - Darque	F016	919	17%	51%	0,3%	0,0%	407	12%	57%	0,3%	0,0%	125	31%	61%	0,2%	0,0%	120	80	Drenante
Darque-Viana	F017	1912	8%	20%	0,3%	0,0%	824	6%	32%	0,1%	0,0%	392	11%	33%	0,2%	0,0%	120	80	Drenante
Viana-Meadela	F018	1008	9%	23%	0,2%	0,0%	443	7%	21%	0,2%	0,0%	216	13%	21%	0,5%	0,0%	120	80	Drenante
Meadela-Outeiro	F019	576	11%	77%	0,2%	0,0%	259	8%	88%	0,2%	0,0%	129	20%	86%	0,1%	0,0%	120	80	Drenante
Outeiro-EN305	F020	539	12%	74%	0,1%	0,0%	243	9%	86%	0,1%	0,0%	121	22%	84%	0,0%	0,0%	120	80	Drenante

- Nota: A camada de desgaste drenante corresponde à seguinte camada de desgaste no método CNOSSOS: *ZOAB monocamada* (Betão betuminoso muito aberto (poroso) monocamada)

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO

A área englobada no MER consistiu numa faixa em redor do eixo de via com 500 m para cada lado desse eixo, e estende-se desde os pK 5+980 da respetiva concessão da A28 até ao pK 82+080 dessa mesma concessão.

De acordo com o D.L 9/2007, compete aos municípios delimitar as zonas mistas e sensíveis.

O quadro que se segue apresenta a classificação acústica dos municípios incluídos no estudo, de acordo com a informação recolhida *online* pela dBwave.i. A consulta *online* corresponde a uma publicação oficial do estado da classificação acústica de cada município no sítio da Direção Geral do Território em www.dgterritorio.pt.

Quadro 4-3 – Classificação acústica dos municípios abrangidos pelo estudo


MUNICÍPIO	CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA
Matosinhos	Tem zonamento acústico Na proximidade da A28 há zonas mistas e zonas sensíveis
Maia	Tem zonamento acústico Na proximidade da A28 há zonas mistas e zonas sensíveis
Vila do Conde	Não tem zonamento acústico
Póvoa de Varzim	Tem zonamento acústico Na proximidade da A28 há zonas mistas
Barcelos	Tem zonamento acústico
Esposende	Tem zonamento acústico Na proximidade da A28 há zonas mistas
Viana do Castelo	Tem zonamento acústico. Na proximidade da A28 há zonas mistas
Caminha	Tem zonamento acústico Zona na proximidade da A28 sem classificação

4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE



A área de estudo da A28 desenvolve-se no sentido sul - norte, tendo início no concelho de Matosinhos e término no concelho de Caminha, estando articulado com várias zonas industriais dos municípios que atravessa.


No quadro abaixo são apresentados exemplos representativos da tipologia de situações mais críticas que ocorrem ao longo da área de estudo, bem como de outros casos notáveis, ilustrados com imagens aéreas obtidas a partir do Google™ Earth.

Quadro 4-4 – Área de estudo da A28. Exemplos ilustrados de aglomerados urbanos e outros pontos relevantes da área de estudo, com indicação do respetivo concelho

Descrição	Fotografia aérea ²
<p>Sublaços Sendim – Matosinhos – Leça da Palmeira - Exponor</p> <p>Atravessa vários aglomerados habitacionais, verificando-se a existência de zonas industriais</p> <p>Concelho de Matosinhos</p>	
<p>Sublaços Exponor – Terminal TIR - Freixieiro</p> <p>Atravessa aglomerados habitacionais, verificando-se também a existência de unidades industriais e superfícies comerciais.</p> <p>Concelho de Matosinhos</p>	

² Imagens obtidas a partir do Google™ Earth.

Descrição	Fotografia aérea ²
<p>Sublanços Freixieiro – Perafita – IC24 - Angeiras</p> <p>Atravessa aglomerados habitacionais</p> <p>Concelho de Matosinhos</p>	
<p>Sublanços Angeiras – Modivas – EN104</p> <p>Aglomerados populacionais dispersos</p> <p>Presença de algumas unidades industriais e comerciais</p> <p>Concelhos de Matosinhos e Vila do Conde</p>	

Descrição	Fotografia aérea ²
<p>Sublanços EN104 – EN305</p> <p>Atravessa aglomerados populacionais, registando também a presença de unidades industriais principalmente junto aos nós.</p> <p>Concelhos Vila do Conde, Póvoa do Varzim, Barcelos, Esposende e Viana do Castelo</p>	

4.3. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR

Até à presente data, e segundo dados fornecidos pelo cliente, estão instaladas 19 barreiras acústicas ao longo dos sublanços em apreço da A28 e toda a extensão é composta por piso drenante.

As figuras seguintes ilustram alguns exemplos de barreiras acústicas instaladas na A28 e o quadro abaixo apresenta a listagem das barreiras existentes.



Figura 4-1 – Exemplos de barreiras acústicas de diversos tipos instaladas na A28

Quadro 4-5 - Características das barreiras acústica existentes ao longo da A28

Sublanço	Lado da via	PK inicial	PK final	Altura (m)	Materiais
Sendim – Freixieiro	Direito	6,6	6,8	3 - 5	Absorvente - Metálica
	Direito	7,9	8,2	3	Absorvente - Metálica
	Esquerdo	8,7	8,5	3,33 – 2	Absorvente - Metálica
	Esquerdo	9,5	8,9	1,67 – 4,0 – 1,67	Absorvente - Metálica
Freixieiro – Perafita	Direito	11	11,2	1,9	Refletores - Betão
				2,1	
				2,4	
	Esquerdo	11,2	11,3	1,8	Refletores - Betão
				2,4	
				2,7	
				2,4	
				1,9	
Estela – Apúlia	Direito	42,2	42,5	1,7	Refletores - Betão
	Esquerdo	42,6	42,3	2	Refletores - Betão
				2	
				1,5	
				1,9	
				1,9	
				1,9	

Sublanço	Lado da via	PK inicial	PK final	Altura (m)	Materiais
Apúlia - Esposende	Direito	46,1	46,5	1,5	Refletora - Acrílico
Esposende - Antas	Direito	49	49,4	2,5	Refletora - Betão
				2,4	
				2,4	
				2,6	
				2,6	Refletora - Acrílico
				2,6	
				2,4	Refletora - Betão
				2,2	
	Esquerdo	49,45	49,4	1,5	Betão + Madeira
				2,1	Refletora - Betão
				2,2	
				2,1	Refletora - Acrílico
				2,1	
				2,3	Refletora - Betão
				2,3	
				2,3	
	2				
	Esquerdo	57,4	56,9	2,1	Refletora - Betão
2,1					
2,1				Acrílico	
2,1				Refletora - Betão	
2,1				Refletora - Acrílico	
2				Refletora - Betão	
Neiva - Darque	Direito	65,4	65,5	4,8	Absorvente - Metálica
Meadela – Outeiro	Esquerdo	71,4	71,9	3	Refletora - Acrílico
	Direito	71,4	71,9	3	Refletora - Acrílico
	Direito	71,9	72,0	2,2	Absorvente - Metálica
Outeiro – EN305	Direito	74,6	74,9	3	Absorvente - Metálica
	Direito	75,3	75,4	3	Absorvente - Metálica
	Direito	78,2	78,3	3	Absorvente - Metálica

São de referir alguns aspetos do RGR mais relevantes para as infraestruturas de transporte rodoviárias:

- Artigo 11º, segundo o qual as zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, ou esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A) e 60 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A) e 50 dB(A), expresso pelo indicador L_n , respetivamente;
- Artigo 12º, relativo ao controlo prévio das operações urbanísticas, de cuja leitura se depreende que se tenta limitar, o mais possível, operações urbanísticas em zonas que não cumpram os valores limite legislados, sendo mesmo estabelecido no número 5, que deverá ser interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas,

hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite legislados;

- Números 4 e 5, do Artigo 19º, que estabelecem respetivamente que podem ser excecionalmente adotadas medidas de isolamento sonoro nos recetores sensíveis, mas que a implementação destas medidas compete à entidade responsável pela exploração das infraestruturas 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;
- Neste contexto, é de referir que grande parte dos municípios dispõem já de mapas de ruído que vão sendo incorporados em sede de revisão de Planos Diretores Municipais ou de elaboração de Planos de Pormenor ou Planos de Urbanização, sendo ainda responsáveis pela elaboração de Planos de Redução de Ruído ao nível municipal, De acordo com a legislação em vigor, a proteção dos recetores sensíveis na vizinhança de infraestruturas de transporte com licenciamento posterior às autoestradas não é da responsabilidade das concessionárias dessas infraestruturas rodoviárias, Com efeito, os municípios têm obrigação de impor restrições, quer ao nível dos planos, quer no licenciamento de usos sensíveis em zonas com níveis de ruído acima dos limites regulamentares, Com efeito, o número 4, do artigo 6º do RGR, define que “os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, ocupação dos solos com usos suscetíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programada”.

5. METODOLOGIA

5.1. INTRODUÇÃO

A metodologia de elaboração de mapas estratégicos de ruído assenta na realização de mapas de ruído de acordo com o seguinte:

- Mapas estratégicos de ruído – escala de trabalho 1/10 000, sendo os mapas de ruído apresentados à mesma escala, abrangendo toda a área de estudo definida de 500 metros para cada lado dos eixos de via, independentemente da existência ou não de recetores sensíveis,

Os MER foram elaborados em conformidade com o estipulado na legislação aplicável, designadamente o Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que veio alterar o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, e 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 – Métodos CNOSSOS-EU – Versão 1*, publicadas pela APA em agosto de 2022;
- *Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído – Versão 4*, publicadas pela APA em agosto de 2022;

Em tudo o que for omissa na legislação e nas regras definidas pela APA, serão utilizadas as recomendações do documento “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, version 2” (GPG-2).

5.2. INDICADORES DE RUÍDO

Os indicadores a utilizar para a elaboração dos MER são o L_{den} e o L_n , tal como definidos no Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho, e no Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, calculados a uma altura de 4 metros acima do solo. A altura de avaliação destes indicadores é então de 4 metros acima do solo.

Para a avaliação dos níveis de ruído em fachada de edifícios, com o objetivo de elaborar mapas de exposição ao ruído, considera-se apenas o ruído incidente, ou seja, não se considera o som refletido na fachada do edifício que está a ser avaliado, ainda que se considerem as reflexões nos restantes edifícios e obstáculos presentes na área de estudo. Também para esta avaliação, a exposição é calculada a uma altura de 4 metros. Existe, no entanto, uma situação excepcional, e que se verifica para algumas das habitações na envolvente da A28, relacionada com a existência de moradias de piso térreo, e que portanto não chegam a atingir os 4 metros de cota de soleira. Para estas situações não se irá avaliar a população exposta.

5.3. MÉTODOS DE CÁLCULO

Com a entrada em vigor da 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, em substituição do método francês “NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)”.

5.3.1. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU

O tráfego rodoviário, devido às reduzidas dimensões dos veículos automóveis, 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.

Neste método, cada veículo é representado por uma fonte pontual única, localizada 0,05 m acima da superfície da estrada, que irradia uniformemente para o semiespaço 2π acima do piso, A primeira reflexão no piso da estrada é tratada implicitamente.

Como nos interessa a integração dos níveis sonoros ao longo do tempo, ou seja, o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, num determinado recetor, uma via de tráfego pode ser modelada como uma fonte linear (o fluxo de tráfego é representado por uma fonte em linha) que, na prática, é dividida em vários segmentos elementares, que se comportam como fontes pontuais estáticas, com uma determinada potência sonora L_{AW} , função de diversos parâmetros como a velocidade, tipo de veículo, perfil longitudinal, fluxo de tráfego e comprimento do segmento.

A localização das fontes de ruído lineares poderá ser efetuada de três formas, por ordem decrescente de preferência e em função das dimensões da secção da via, da distância relativa aos pontos recetores de interesse e da escala de trabalho:

- uma fonte linear por faixa de tráfego;
- uma fonte linear por cada direção;
- uma fonte linear por via de tráfego, situada no eixo da referida via.

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:

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

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), de acordo com as suas características de emissão sonora (ver figura abaixo).

Quadro 5-1 – Classes de veículos definidas no CNOSSOS-EU

Categoria	Nome	Descrição	Categoria de veículo na homologação CE de veículos completos ⁽¹⁾
1	Veículos a motor ligeiros	Automóveis, furgonetas $\leq 3,5$ 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.

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

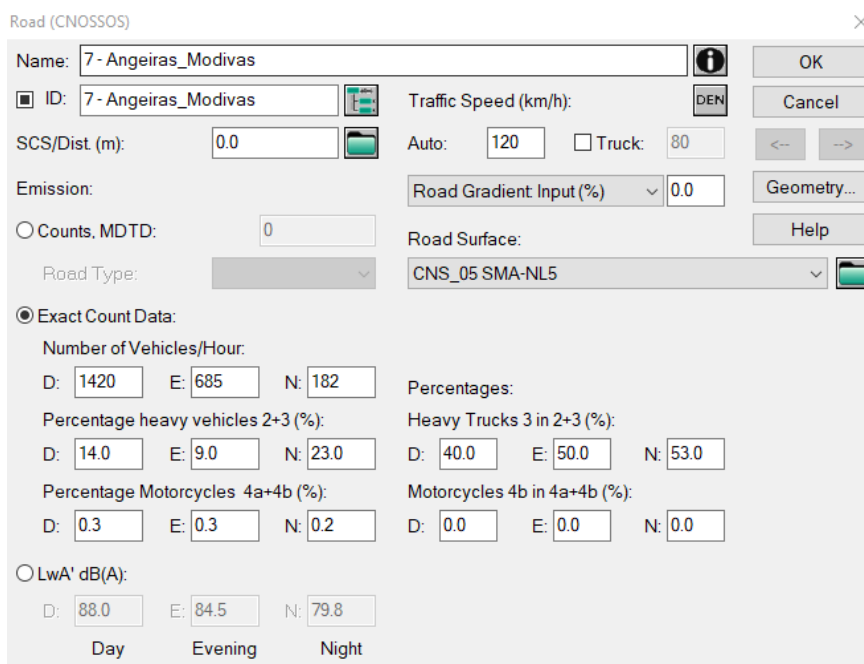
- Eixo da via, devidamente cotada na cartografia;

- Largura e inclinação da via;
- Aferição dos dados de tráfego com distinção das categorias definidas no Quadro 5-1, por período de referência (diurno/entardecer/noturno);
- Características do piso;
- Limites de velocidade ligeiros/pesados.

5.3.2. PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO

O modelo de previsão utilizado foi o CadnaA, versão 2021, com as opções BMP, BPL, XL e Calc (licença para cálculo em vários computadores em simultâneo). O programa CadnaA cumpre todos os requisitos apresentados na Diretiva Comunitária 2002/49/CE, quer no que se refere aos métodos de cálculo utilizados, quer no que respeita a funções que disponibiliza. Assim, tem capacidade de calcular e atribuir níveis de ruído às fachadas dos edifícios, com base no som incidente apenas, de calcular a população exposta a determinados intervalos de nível de ruído, com e sem “fachada calma”, de calcular todos os parâmetros necessários (L_{den} , L_d , L_e e L_n) e de calcular “Mapas de Conflito”. Tem ainda capacidade de importar e exportar dados em formatos DXF e de SIG, bem como de exportar dados para formato HTML para facilidade de publicação de mapas de ruído numa página Web, para informação pública.

A figura seguinte exemplifica uma janela de configuração para o objeto “estrada”, no CadnaA.



Road (CNOSSOS)

Name: 7 - Angeiras_Modivas

ID: 7 - Angeiras_Modivas

SCS/Dist (m): 0.0

Emission: Road Gradient Input (%) 0.0

Traffic Speed (km/h): DEN

Auto: 120 Truck: 80

Road Surface: CNS_05 SMA-NL5

Counts, MDTD: 0

Road Type: [Dropdown]

Exact Count Data:

Number of Vehicles/Hour:

D: 1420 E: 685 N: 182

Percentage heavy vehicles 2+3 (%):

D: 14.0 E: 9.0 N: 23.0

Percentage Motorcycles 4a+4b (%):

D: 0.3 E: 0.3 N: 0.2

Percentages:

Heavy Trucks 3 in 2+3 (%):

D: 40.0 E: 50.0 N: 53.0

Motorcycles 4b in 4a+4b (%):

D: 0.0 E: 0.0 N: 0.0

LwA' dB(A):

D: 88.0 E: 84.5 N: 79.8

Day Evening Night

Figura 5-1 – Interface de configuração de uma estrada segundo o método CNOSSOS-EU, no software CadnaA

As principais configurações de cálculo a utilizar neste projeto, são apresentadas no quadro seguinte.

Quadro 5-2 – Configurações de cálculo principais a utilizar

Configurações de cálculo utilizadas		
Geral	Software e versão utilizada	CadnaA v2021
	Máximo raio de busca	2000 m
	Ordem de reflexão	1
	Erro máximo definido para o cálculo	0,5 dB
	Métodos/normas de cálculo	CNOSSOS-EU
	Absorção do solo	G = 0,7 por defeito; G = 0 na estrada
Meteorologia	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/nocurno	50/75/100%
	Temperatura	15°C
	Humidade relativa	70%
Mapa de ruído	Malha de cálculo	5x5m
	Tipo de malha de cálculo (fixa/variável)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros
Avaliação de ruído nas fachadas / população exposta	Distância receptor-fachada	0,05 metros
	Distância mínima recetor-refletor	3,5 metros
	Altura dos recetores de fachada	4 metros
	Tipo de nível de ruído atribuído ao edifício (máximo, médio)	Máximo
	Modo de atribuição da população a edifícios	Repartição da população de cada subseção estatística pelos edifícios residenciais nela contidos proporcionalmente à respetiva capacidade

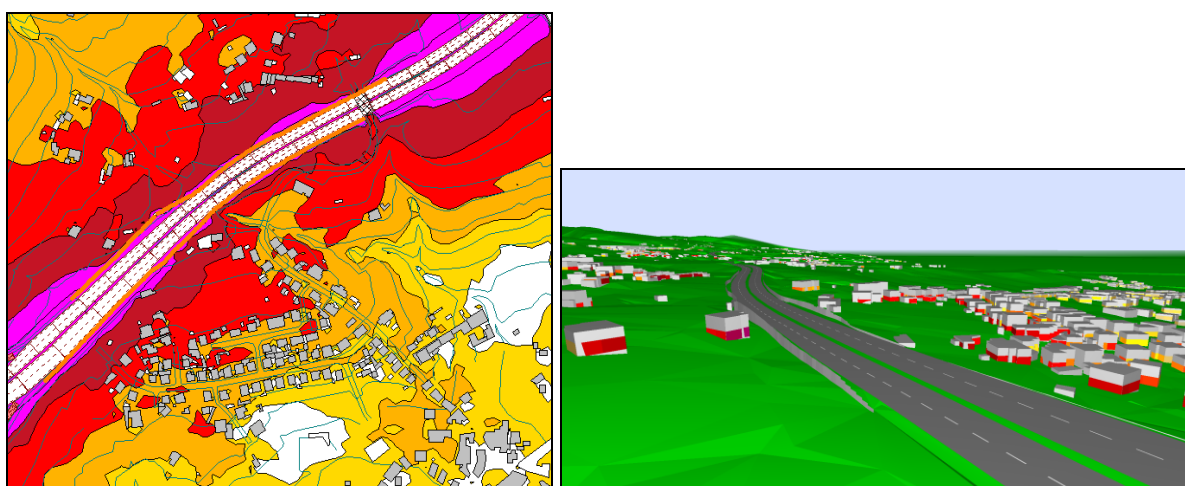


Figura 5-2 – Exemplo de um mapa de ruído de uma estrada, em planta, e dos níveis os níveis incidentes nas fachadas a 4 m de altura, em 3D

5.4. DADOS DE BASE

5.4.1. DADOS DE BASE CARTOGRÁFICOS

A base cartográfica sobre a qual se realizam os mapas estratégicos de ruído consiste nos seguintes elementos:

- Cartografia vetorial georreferenciada, homologada pela DGT, em formato DWG, no sistema PT-TM06/ETRS89 (EPSG:3763), à escala 1/10 000, numa faixa com cerca de 500 m para cada lado do eixo da via, constituída pelos seguintes elementos:
 - Altimetria, constituída por pontos cotados, curvas de nível de 2 em 2 m, taludes, socalcos e aterros a 3D;
 - Planimetria, constituída por um vasto conjunto de elementos cotados tridimensionalmente, nomeadamente: eixos e bermas de via da autoestrada, muros e vedações, toponímia e edifícios, com separação segundo os usos;
 - Elementos altimétricos complementares “*breaklines*”, versão cotada em Z de alguns dos elementos da planimetria, designadamente: bermas de estradas e caminhos, linhas de água, taludes e muros de suporte:
 - As *breaklines* permitem melhorar a qualidade do modelo digital do terreno pela introdução de linhas de cota Z variável que refletem a existência de descontinuidades ou variações topográficas mais bruscas, que a altimetria de curvas de nível e pontos cotados não reflete;
 - Em particular as linhas de berma das autoestradas em estudo foram utilizadas como auxiliar na construção dos eixos de via em 3D.

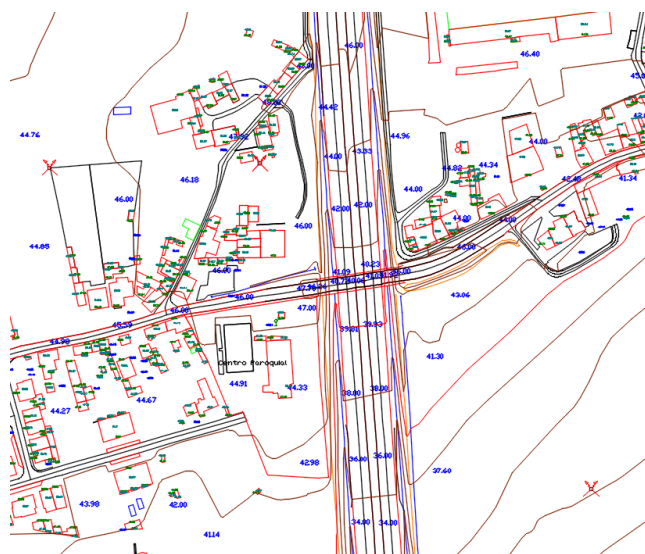


Figura 5-3 – Extrato da cartografia à escala 1/10 000

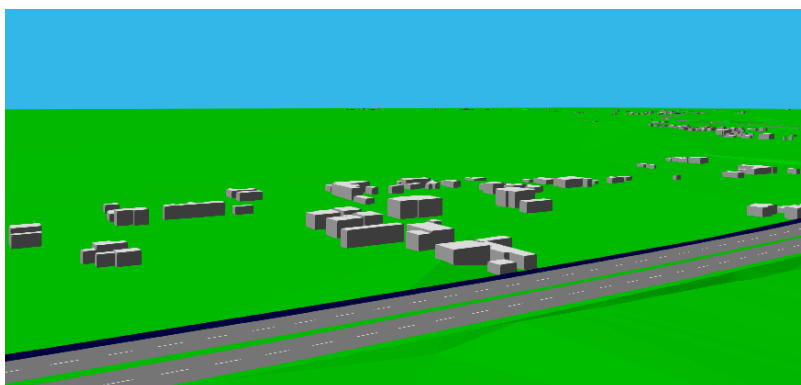


Figura 5-4 – Exemplo do modelo digital do terreno construído com base nos elementos cartográficos

5.4.2. DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL

Em termos de ruído ambiental, as barreiras acústicas constituem um objeto de primeira importância a introduzir no modelo acústico. As barreiras foram implantadas de acordo com a cartografia fornecida.

Outro dado importante, do ponto de vista do ruído ambiental, diz respeito ao tipo camada de desgaste existente ao longo de toda a A28 – Pavimento Drenante – que reduz o ruído gerado pela circulação de veículos nesta autoestrada.

5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS

Na inexistência dos 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 (mencionadas no GPG-2):

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

5.4.4. 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 A28, Não são, portanto, consideradas outras fontes de ruído, como sejam o tráfego nas vias de acesso e de viadutos e ramais dos nós desta autoestrada.

Tendo em conta os requisitos do método de cálculo CNOSSOS-EU, anteriormente descrito, a Sociedade Concessionária forneceu os seguintes dados essenciais para a caracterização física e acústica (dados de emissão) das vias em questão:

- Tabelas com o tipo de piso (camada de desgaste) nos vários troços da autoestrada;
- Características do tráfego para cada sublanço em estudo, por período de referência e com distinção de 4 classes de veículos (ver Quadro 5-1);
- Limites de velocidade de circulação, em km/h.

5.4.5. DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO

Na presente fase do estudo já foi compilada informação sobre a população e usos do solo na área de estudo, tendo sido assinalados os usos do solo de tipo residencial. Tal foi feito ao nível da classificação dos edifícios segundo o seu uso, em que se agruparam os usos de acordo com o que consta na respetiva legenda, que se reproduz na figura seguinte.

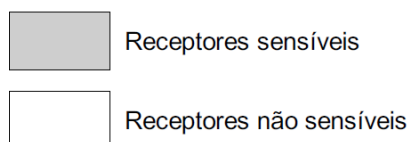


Figura 5-5 –Tipos de uso de edifícios

Uma vez identificados no modelo os edifícios com uso residencial, e no âmbito da elaboração do MER é 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 DL 146/2006.

Os dados sobre a população em Portugal são compilados pelo INE (Instituto Nacional de Estatística), sendo os dados mais atualizados ao nível da subsecção os relativos aos Censos 2021 – XV Recenseamento Geral da População e V Recenseamento Geral da Habitação. Atualmente esses dados estão disponíveis numa Base Geográfica de Referência de Informação (BGRI), que se desenvolve segundo uma estrutura poligonal hierárquica cuja unidade elementar de representação é a subsecção estatística.

A subsecção estatística constitui assim 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 255 844, fazendo com que a BGRI 2021 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.

Neste contexto, foi adquirida de forma *online* através do sítio do INE toda informação de distribuição de população relativa aos Censos 2021, detalhada à subsecção estatística, com os respetivos polígonos da BGRI incluídos na área de estudo definida.

Tendo em conta os polígonos da BGRI, com dados de população residente em cada subsecção, e a capacidade/volume de cada edifício de uso habitacional, 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.

$$Inh_{building} = \frac{V_{building}}{V_{total}} \times Inh_{total}$$

em que:

Inh_{Total} - Número de habitantes na subsecção estatística;

$V_{Building}$ - Volume do edifício é o produto da área contruída pela altura do edifício;

V_{Total} - Soma do volume de todos os edifícios habitacionais existentes em cada subsecção estatística.

5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RÚIDO

O procedimento técnico geral utilizado pela dBwave,i para a elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transporte está representado na Figura 5-6.

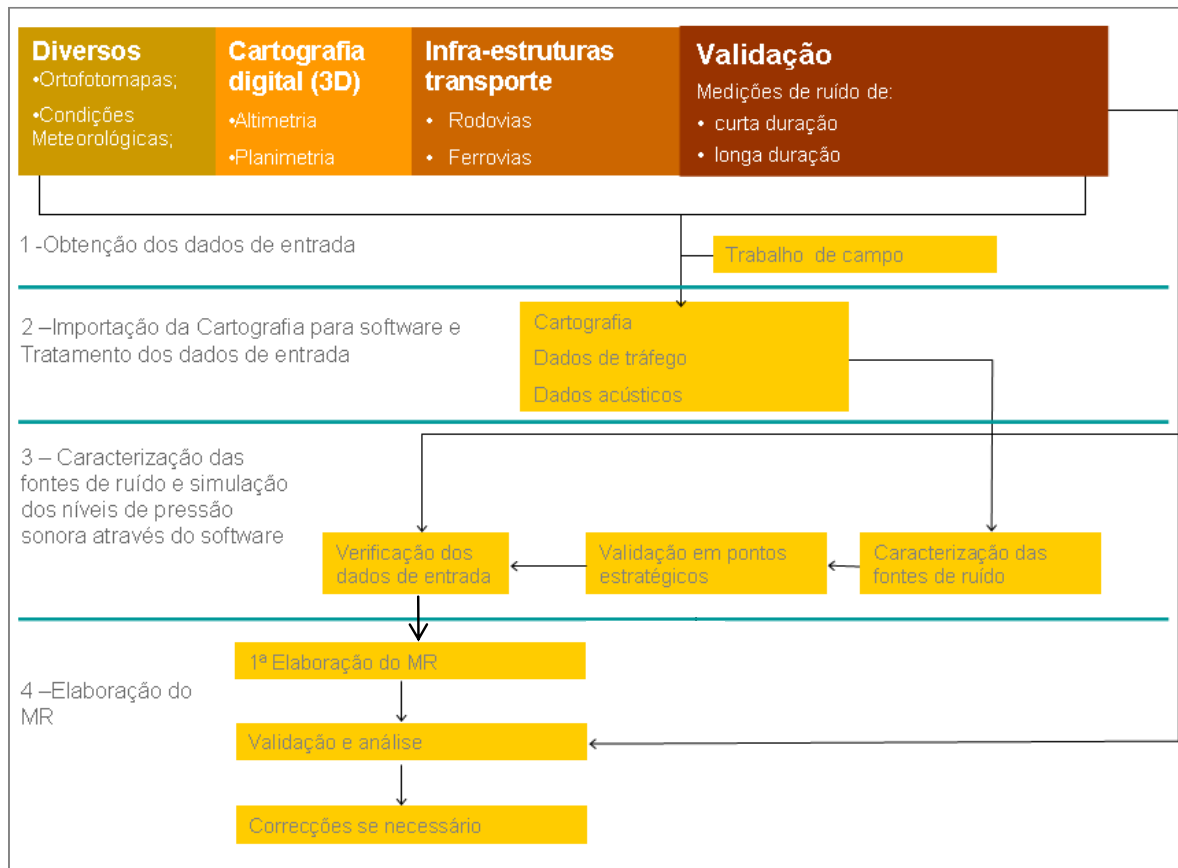
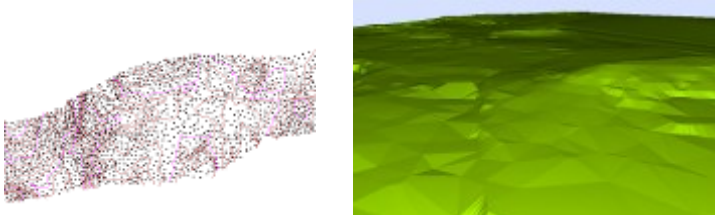


Figura 5-6 – Diagrama do procedimento técnico geral definido pela dBwave,i para elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transporte

5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS

Todos os dados cartográficos são objeto de análise e de tratamento para posterior introdução no programa de cálculo e construção do modelo digital tridimensional do terreno da área de estudo. Seguidamente apresenta-se um resumo do processo, utilizando o programa CadnaA:

Quadro 5-3 – Procedimento geral para a introdução de dados no modelo acústico,

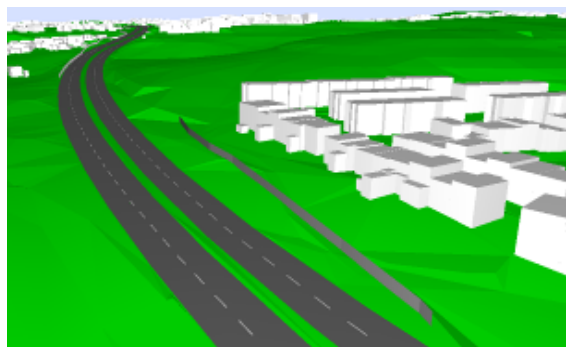
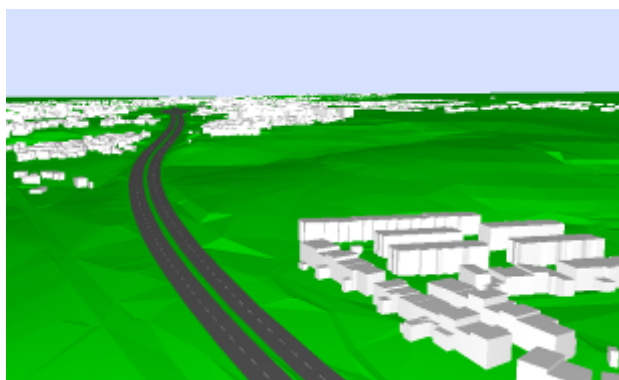
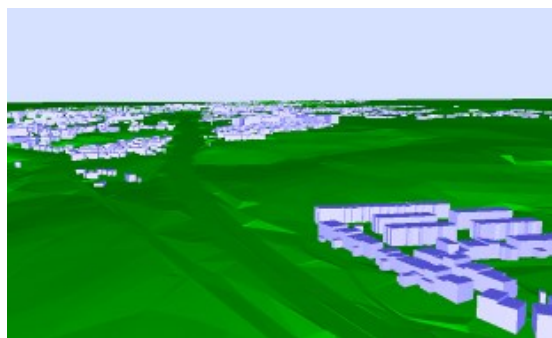
ALTIMETRIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de curvas de nível e pontos cotados; • Verificação de erros através do comando “3D-View”, 	

PLANIMETRIA

- Introdução dos edifícios:
 - polígonos fechados;
 - localização; absorção
 - cota z da base ou cota z do topo absoluta;
 - altura (nº pisos);
 - população;
 - coeficiente de absorção de fachadas,
- Verificação da implantação dos edifícios com orto-fotomapas sobrepostos,

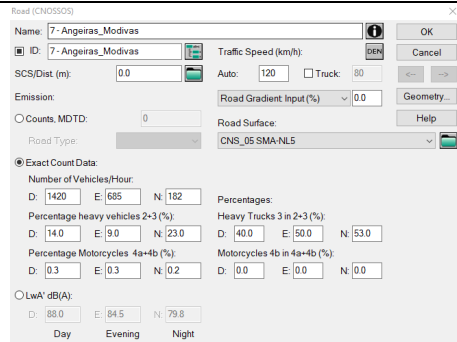
- Introdução da estrada:
 - eixo/eixos de via devidamente cotados, segundo perfis longitudinais, ou assentamento no modelo digital de terreno, com respetivos ajustes e correções;
 - implantação georeferenciada;
 - tipo de pavimento;
 - perfil da estrada,
- Verificação da implantação da estrada através do comando “3D-Special”,

- Barreiras acústicas (barreiras, taludes e muros em geral):
 - implantação (início, fim e distância à estrada);
 - altura;
 - coeficiente de absorção,
- Verificação da implantação das barreiras através do comando “3D-Special”,



CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS

- Condições favoráveis/homogéneas;
- Temperatura (15° C), humidade relativa média anual (70%) e velocidade média dos ventos (m/s);

DADOS DE TRÁFEGO (POR DIA, TARDE, NOITE):	
<p>Dados de tráfego (por período de referência):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade média de veículos por hora; • velocidade média de veículos ligeiros e pesados; • % de veículos pesados por hora, 	

5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS

Uma vez introduzidos os dados necessários para o modelo de cálculo, verifica-se toda a informação e fazem-se as correções necessárias no programa CadnaA, já que este tem capacidade de tratamento cartográfico e de realização de operações como ajuste do modelo digital do terreno a um dado objeto, ou do objeto ao terreno.



Figura 5-7 – Tratamento e adaptação da cartografia e planimetria da zona a modelar para o programa de cálculo CadnaA (imagem exemplo)

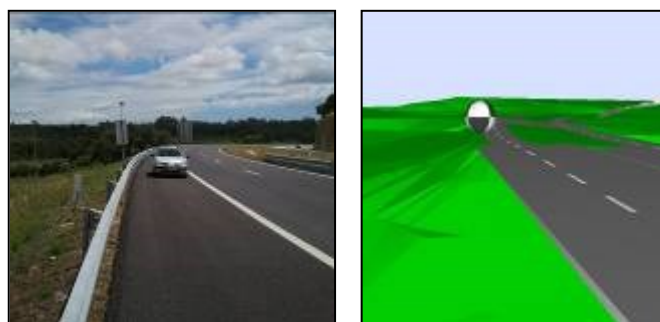


Figura 5-8 – Validação das fontes sonoras introduzidas no modelo, por intermédio de registo sonoro em pontos considerados estratégicos para o efeito (imagens exemplo)

5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RÚIDO

De acordo com as Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, publicadas pela APA em agosto de 2022, no seu ponto 3.8 – *Validação do resultado do mapa de ruído*:

É essencial, de forma a conferir robustez ao mapa de ruído, que se proceda a uma validação dos resultados comparando os valores apresentados no mapa com valores de medições efetuadas em locais selecionados.

As simulações realizadas pelo modelo reportam-se a intervalos de tempo de longa duração (um ano), pelo que as medições acústicas para efeito de validação devem ser representativas de um ano. Assim, a metodologia a adotar deve permitir validar, simultaneamente, a qualidade dos dados de entrada e o comportamento do modelo.

As medições de validação devem seguir os procedimentos da norma NP ISO 1996, partes 1 e 2 (2019) “Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente,” e do “Guia prático para medições de ruído ambiente”, APA, julho 2020.

Especificamente, a seleção dos locais para a validação pode seguir os seguintes critérios:

- *Influência predominante de um só tipo de fonte;*
- *Valores previstos que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas) ou próximos dos regulamentares, no perímetro da zona urbanizada mais próximo da fonte, e;*
- *Resultados aparentemente duvidosos.*

Ainda segundo o referido ponto das Diretrizes:

Em relação aos tempos de medição, recomenda-se, pelo menos, dois dias em contínuo e independentes entre si (ver Quadro 1 do “Guia prático para medições de ruído ambiente”, APA, julho 2020), por forma a poder ser considerado um intervalo de tempo de longa duração (anual), o qual consiste em séries de intervalos de tempo de referência (ver item 3,2,2 da parte 1 da NP ISO 1996), Devem ser escolhidos dias típicos, em que as condições de operação das fontes se aproximam das condições médias anuais e que foram introduzidas no modelo, No caso de a fonte apresentar marcadas flutuações sazonais (semanal ou mensal) de emissão sonora, devem ainda ser considerados dias adicionais de medições.

O referido ponto das Diretrizes refere ainda:

A altura dos pontos de medição deve situar-se a $4,0 \pm 0,2$ m acima do solo, em virtude dos mapas serem calculados para 4 m.

Excecionalmente, no caso de existirem constrangimentos de ordem técnica, pode ser aceitável a escolha de uma altura de medição de 1,5 m desde que, para esse ponto de validação, o valor de nível sonoro seja recalculado a essa mesma altura, mantendo todos os outros fatores de cálculo iguais aos considerados no mapa de ruído.

Por último, o mesmo ponto das Diretrizes refere também:

O mapa pode ser aceite caso a diferença entre os valores simulados e os valores medidos não ultrapasse $\pm 2\text{dB(A)}$.

Caso a diferença entre determinado valor simulado e o valor medido seja superior a $\pm 2\text{dB(A)}$, deve seguir-se o seguinte procedimento:

- Verificar, no local de avaliação, se os dados introduzidos no modelo estão de acordo com a realidade, como por exemplo, localização de edifícios e respetiva altura, presença de outros obstáculos à propagação sonora relevantes;
- Corrigir eventuais desvios detetados no modelo face às medições efetuadas;
- Repetir a simulação acústica para confrontá-la com os dados da medição.

Adicionalmente pode ser necessário:

- Verificar no registo se se deteta alguma perturbação do sinal sonoro a qual, não sendo característica do ruído ambiente, deve ser expurgada dos resultados da medição;
- Comparar o novo resultado da medição com o da simulação;
- Caso não seja possível expurgar do registo sonoro o(s) evento(s) sonoro(s) perturbador(es), repetir a medição sem essa influência.

Para validar o modelo em questão serão tomadas como base os resultados de monitorizações de ruído efetuadas em anos anteriores nos sublanços em análise, bem como será realizada durante o mês de setembro monitorização de ruído em contínuo em locais junto à via. Em ambas as situações atrás elencadas, o modelo será parametrizado de modo a reproduzir as condições observadas no local durante as medições acústicas.

A escolha dos locais para a instalação dos pontos de medição teve e terá em conta diversos fatores:

- Não influência relevante de outras fontes de ruído existentes nas imediações;
- Inexistência de ruído parasitas, como poderia ser o caso de ruído originado na vibração de uma placa de sinalização ou de um poste de fixação, ou o ruído de batimento entre o invólucro do microfone e o pré-amplificador e o poste de fixação, devido a oscilações provocadas pelo vento, etc;
- Procurar-se-á também evitar a presença, a menos de 3,5 m do microfone, de superfícies refletoras ou difractoras, em posição e orientação tais que pudessem influenciar a normal propagação em campo livre do ruído da via até ao microfone.

5.5.4. CÁLCULO DOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

Uma vez devidamente validada toda a cartografia introduzida, incluindo as fontes sonoras e os seus dados acústicos e geométricos, o próximo passo será o cálculo de mapas de ruído, sendo que na

presente fase este processo aguarda os resultados da monitorização em contínuo a realizar em setembro de 2022 por forma a confirmar a robustez e fiabilidade do modelo criado.

Assim sendo, posteriormente são calculados mapas de níveis sonoros dos indicadores de ruído relevantes numa malha de pontos equiespaçados, tipicamente a 4 m de altura do solo, a partir dos quais o programa traça as isófonas.

São calculados ainda mapas de exposição ao ruído, em que o cálculo é efetuado em pontos recetores distribuídos pelas fachadas dos edifícios sensíveis, também à altura de 4 m acima do solo, A partir deste cálculo, e tendo em conta a distribuição populacional pelas diversas áreas do território, calcula-se a população exposta ao ruído gerado pela fonte em causa, por intervalos dos indicadores de ruído, conforme especificado pelo DL 146/2006.

Para acelerar o processo de cálculo é utilizado o centro de cálculo de mapas de ruído da dBwave,i, com vários computadores em paralelo totalmente dedicados a calcular mapas de ruído em processamento segmentado (Program Controlled Segmented Processing), com a licença CadnaA-Calc.

Com esta tecnologia, a área de cálculo é subdividida em pequenas secções, sendo que cada computador calcula independente e automaticamente uma secção de cada vez, gravando-a num local predefinido e em seguida começa a processar outra área, sem que haja duplicação de cálculo nem subaproveitamento do poder de cálculo disponível.

5.5.5. IMPRESSÃO FINAL DOS MAPAS

Após calculados os mapas de ruído pretendidos, procede-se à impressão final dos mapas em formato digital PDF e à sua exportação para diversos formatos, conforme necessário.

6. RESULTADOS

6.1. INTRODUÇÃO

A metodologia definida para a elaboração dos MER da A28 assenta no seguinte:

- Mapas estratégicos de ruído – escala de trabalho 1/10 000, sendo os mapas de ruído apresentados à escala 1/10 000; esta fase traduz-se nos seguintes resultados, apresentados nos anexos em formato A3:
 - o Mapas de níveis sonoros, para os indicadores L_{den} e L_n ;

O código de cores utilizado nos mapas de ruído é o indicado pela APA nas Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, de agosto de 2022, e que se apresenta na figura seguinte. Ter em conta que as áreas com L_{den} abaixo de 50 dB(A) e as áreas com L_n abaixo dos 40 dB(A) são representadas a branco.

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

Figura 6-1 – Código de cores para mapas de ruído definido pela APA

6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS

Os mapas de níveis sonoros são apresentados, como já referido, nos Anexos I.1 e I.2, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente. São mapas de linhas isófonas elaborados a partir dos níveis de ruído calculados em pontos recetores equiespaçados numa malha de 5 x 5 m e a uma altura do solo de 4 m, ao longo de toda a zona de estudo. Os mapas apresentados são os seguintes:

- Mapa de níveis sonoros de L_{den} em dB(A), a uma altura de 4 metros sobre o nível do solo, com a representação de linhas isófonas que delimitam as seguintes gamas:]55,60];]60,65];]65,70];]70,∞[;
- Mapa de níveis sonoros de L_n em dB(A), a uma altura de 4 metros sobre o nível do solo, com a representação de linhas isófonas que delimitem as seguintes gamas:]45,50];]50,55];]55,60];]60,∞[.

Nas figuras seguintes apresentam-se extratos dos mapas de níveis sonoros incluídos no Anexo I.

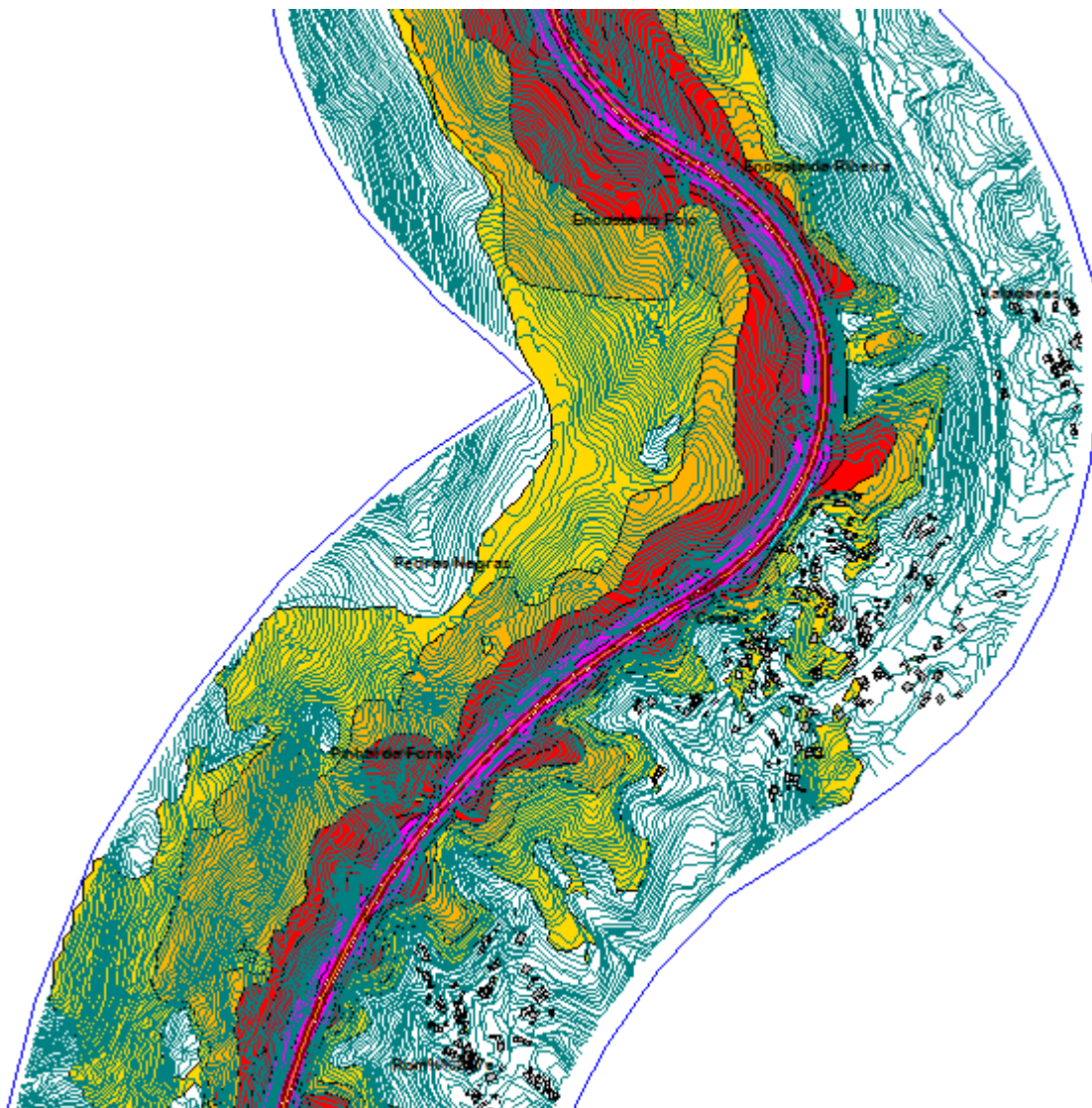


Figura 6-2 – Extrato do MER da A28 para o indicador L_{den} .

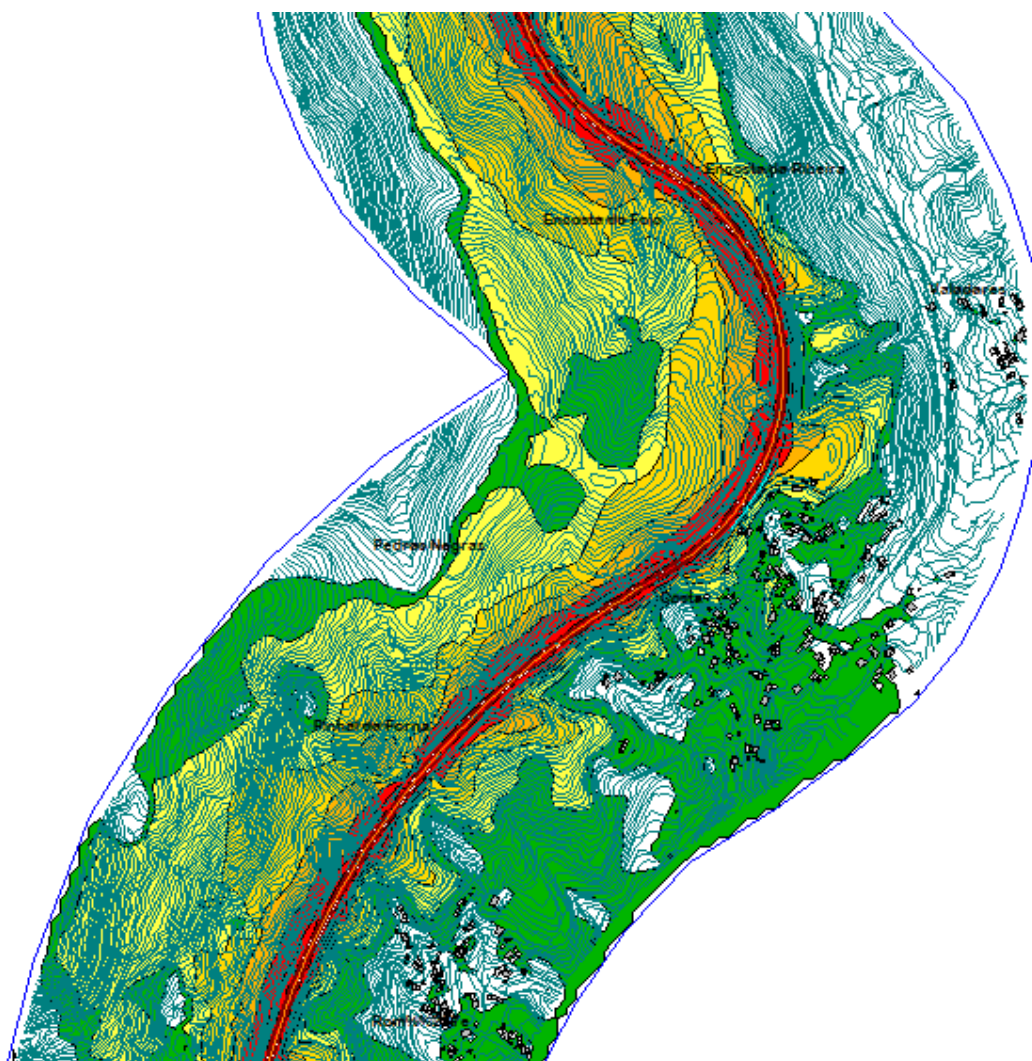


Figura 6-3 – Extrato do MER da A27 para o indicador L_n .

A análise das emissões de ruído da A28 revela a existência de níveis sonoros relativamente elevados, mas, devido às medidas de minimização de ruído já aplicadas, nomeadamente existência de barreiras acústicas e o piso ser drenante, estes níveis elevados restringem-se, na sua grande maioria, não atingindo um número significativo de recetores sensíveis na sua proximidade (as faixas de valores superiores a 65 dB(A) para o L_{den} e de 55 dB(A) para o L_n encontram-se no geral confinadas à envolvente próxima da autoestrada).

A observação dos mapas de níveis sonoros revela que a extensão das manchas de níveis de ruído mais elevados nem sempre coincidem com a maior potência sonora associada à via, o que se deve à existência de obstáculos à propagação sonora, designadamente: barreiras acústicas instaladas e os edifícios, que fazem com que nas zonas mais densamente urbanizadas as manchas de ruído não se alarguem tanto como em zonas de campo aberto. Há ainda, naturalmente, que ter em conta o efeito da topografia do terreno, reduzindo-se drasticamente as áreas de maior ruído nos troços de autoestrada que se desenvolvem em escavação.

6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA

Os resultados para a população exposta ao ruído da A28 são apresentados sob a forma de quadros. Estes quadros têm por objetivo apresentar os dados que relacionam os níveis de ruído nas fachadas de edifícios habitacionais com o número de pessoas que nelas habitam. Estes quadros reúnem a seguinte informação:

- O número estimado de pessoas que vivem, fora das aglomerações, em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_{den} , em dB(A), a uma altura de 4 m na fachada mais exposta:]55,60];]60,65];]65,70];]70,75]; e $L_{den} > 75$;
- O número estimado de pessoas que vivem (fora das aglomerações) em habitações expostas a cada um dos intervalos de valores de L_n , em dB(A), a uma altura de 4 m (ou 1,5 metros para Habitações Têrreas), na fachada mais exposta:]45,50];]50,55];]55,60];]60,65];]65,70]; e $L_n > 70$.

Para o cálculo dos níveis de ruído de fachada é considerado unicamente o som incidente sobre a fachada do edifício objeto de análise em cada caso, mas tem-se em conta as possíveis reflexões dos restantes edifícios e obstáculos.

Nos quadros que seguem, apresentam-se os resultados obtidos para a A28 em termos de população exposta por classes de ruído, de acordo com as indicações do DL 146/2006. Além destes quadros, apresentam-se ainda os resultados obtidos no que respeita à área total exposta às várias classes de ruído, assim como informação acerca do número de habitações e fogos expostos a esses níveis.

Quadro 6-1 – População exposta ao ruído da A28 no concelho de Matosinhos

Matosinhos		Matosinhos	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < L_{den} ≤ 60	6609	45 < L_n ≤ 50	9760
60 < L_{den} ≤ 65	1895	50 < L_n ≤ 55	4131
65 < L_{den} ≤ 70	514	55 < L_n ≤ 60	979
70 < L_{den} ≤ 75	134	60 < L_n ≤ 65	390
$L_{den} > 75$	1	65 < L_n ≤ 70	8
		$L_n > 70$	0

Quadro 6-2 – População exposta ao ruído da A28 no concelho da Maia

Maia		Maia	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < L_{den} ≤ 60	41	45 < L_n ≤ 50	24
60 < L_{den} ≤ 65	5	50 < L_n ≤ 55	29
65 < L_{den} ≤ 70	0	55 < L_n ≤ 60	0
70 < L_{den} ≤ 75	0	60 < L_n ≤ 65	0
$L_{den} > 75$	0	65 < L_n ≤ 70	0
		$L_n > 70$	0

Quadro 6-3 – População exposta ao ruído da A28 no concelho de Vila do Conde

Vila do Conde		Vila do Conde	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	970	45 < Ln ≤ 50	1652
60 < Lden ≤ 65	176	50 < Ln ≤ 55	424
65 < Lden ≤ 70	46	55 < Ln ≤ 60	85
70 < Lden ≤ 75	10	60 < Ln ≤ 65	26
Lden > 75	0	65 < Ln ≤ 70	2
		Ln > 70	0

Quadro 6-4 – População exposta ao ruído da A28 no concelho da Póvoa de Varzim

Póvoa de Varzim		Póvoa de Varzim	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	1055	45 < Ln ≤ 50	1613
60 < Lden ≤ 65	333	50 < Ln ≤ 55	568
65 < Lden ≤ 70	69	55 < Ln ≤ 60	177
70 < Lden ≤ 75	3	60 < Ln ≤ 65	10
Lden > 75	0	65 < Ln ≤ 70	0
		Ln > 70	0

Quadro 6-5 – População exposta ao ruído da A28 no concelho de Barcelos

Barcelos		Barcelos	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	62	45 < Ln ≤ 50	83
60 < Lden ≤ 65	19	50 < Ln ≤ 55	42
65 < Lden ≤ 70	7	55 < Ln ≤ 60	17
70 < Lden ≤ 75	0	60 < Ln ≤ 65	0
Lden > 75	0	65 < Ln ≤ 70	0
		Ln > 70	0

Quadro 6-6 – População exposta ao ruído da A28 no concelho de Esposende

Esposende		Esposende	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	335	45 < Ln ≤ 50	785
60 < Lden ≤ 65	62	50 < Ln ≤ 55	152
65 < Lden ≤ 70	10	55 < Ln ≤ 60	21

Esposende	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Esposende	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-7 – População exposta ao ruído da A28 no concelho de Viana do Castelo

Viana do Castelo	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	1093
60 < Lden ≤ 65	256
65 < Lden ≤ 70	29
70 < Lden ≤ 75	2
Lden > 75	0

Viana do Castelo	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	1779
50 < Ln ≤ 55	596
55 < Ln ≤ 60	82
60 < Ln ≤ 65	4
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-8 – População exposta ao ruído da A28 no concelho de Caminha

Caminha	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	0
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Caminha	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	0
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

No quadro seguinte apresentam-se os dados de superfícies totais (em km²) expostas a valores de L_{den} superiores a 55, 65 e 75 dB(A) e, também, o número total estimado de fogos habitacionais e o número total estimado de pessoas que vivem em cada uma dessas zonas. Os resultados são apresentados em unidades.

Quadro 6-9 – Quadro de áreas totais e de n.º estimado de fogos habitacionais e pessoas, em centenas, que vivem nessas áreas

A28	Área total (km ²)	N.º estimado de fogos habitacionais expostos à A28 (unidades)	N.º estimado de pessoas expostas à A28 (unidades)
Lden > 75	2,52	2	2
Lden > 65	10,477	254	824
Lden > 55	2,52	4425	13733

6.3. MONITORIZAÇÕES CONTÍNUAS DE VALIDAÇÃO

Como já referido no ponto 5.5.3., para validação do modelo de cálculo foram utilizados os valores de medições de ruído junto à via em 18 pontos distintos, cuja localização é apresentada no quadro seguinte.

Lanço	Designação do ponto	Coordenadas	
		X	Y
Freixeiro-Perafita	P2	-46983.99	172800.89
Angeiras-Modivas	P3	-47617.72	177593.42
Modivas-EN104	P4	-47761.62	183090.32
EN104-Vila do Conde	P5	-48485.95	186844.29
Vila do Conde-Póvoa de Varzim	P6	-50127.50	190671.46
Póvoa de Varzim-Estela	P8	-52006.98	192980.33
Póvoa de Varzim-Estela	P9	-51458.95	195149.30
Estela-Apúlia	P10	-50926.16	201138.90
Esposende-Antas	P13	-53544.41	215010.66
Antas-Neiva	P14	-52415.46	217373.52
Viana-Meadela	P16	-55253.73	226323.08
Meadela - Outeiro	PV2	-55377.17	228355.62
Outeiro – EN305	PV1	-54035.86	233647.93

Os resultados da validação são apresentados no quadro seguinte.

Quadro 6-10 – Resultados das medições de ruído e comparação com os valores calculados pelo modelo nos mesmos pontos

Ponto recetor	Indicador calculado [dB(A)]		Indicador medido [dB(A)]		Indicador calculado - Indicador medido [dB(A)]		Requisito
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	
P2	65	55	63	55	-2	0	≤ 2 dB
P3	65	55	66	58	1	2	
P4	63	53	63	55	0	2	
P5	68	60	68	59	-1	-1	
P6	64	56	64	56	0	0	
P8	64	54	64	55	-1	1	
P9	58	49	58	50	0	1	
P10	61	50	59	51	-2	1	
P13	63	54	61	55	-2	+1	
P14	62	53	63	53	+1	0	
P16	60	50	61	52	+1	+2	
PV1	55	47	55	48	0	+1	
PV2	52	43	53	44	+1	+1	

Verifica-se que o critério de desvio inferior a 2 dB(A) entre os valores medidos e calculados é cumprido nos pontos para os dois indicadores. Assim, considera-se o modelo como validado.

7. CONCLUSÕES

A entrada em vigor da Diretiva (UE) 2015/996 vem introduzir um novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído - CNOSSOS-EU (*Common Noise Assessment Methods in Europe*). De acordo com o Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que é uma alteração do DL 146/2006, 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 Auto-Estradas Norte Litoral, proceder à elaboração dos MER 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 estudo de mapa estratégico de ruído incide sob os sublanços entre os nós de Sendim e da EN305 da A28.

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 escala 1/10 000. A área de estudo foi definida com 500 metros de cartografia a elaborar para cada lado do eixo de via da autoestrada em análise, e engloba os concelhos de Matosinhos, Vila do Conde, Póvoa de Varzim, Barcelos, Esposende, Viana do Castelo e Caminha.

Todos os resultados apresentados se referem ao ano de referência 2021, de acordo com o indicado no DL 146/2006, tendo-se por isso utilizado os dados de tráfego fornecidos pela concessionária referentes a esse ano. Foram ainda consideradas todas as barreiras acústicas implantadas até finais de 2021 e considerados os tipos de pavimento (camada de desgaste da via) existentes nessa data, com base em informação fornecida pela concessionária.

O modelo foi validado por comparação entre a realidade observada através de imagens de satélite e vistas de rua disponíveis no Google Earth Pro com a observação do modelo através de visualizações a três dimensões. Os resultados em termos de níveis de ruído foram também validados mediante comparação entre valores medidos e valores calculados em pontos recetores discretos, tendo a monitorização sido realizada em anos anteriores em 13 pontos de medida, com um mínimo de 48 horas em contínuo em cada ponto e recorrendo ao tráfego médio horário do ano em que foram realizadas as medições de ruído.

Os resultados obtidos são apresentados neste relatório e no respetivo anexo, constituído por cartas em formato A3 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 A28 apresenta, na sua envolvente próxima, cerca de 18 centenas de residentes expostos a níveis de ruído provocados por esta GIT acima dos limites regulamentares definidos para zonas mistas ($L_n \leq 55$ dB(A)). Tendo em conta a existência de muitas habitações localizadas na proximidade da via em apreço, este número seria substancialmente superior não fosse a existência de barreiras acústicas estrategicamente colocadas, bem como à existência de camadas de desgaste acusticamente favoráveis no que respeita a baixa emissão de ruído – toda a autoestrada apresenta como camada de desgaste o pavimento drenante.

Assim, não obstante o número de residentes expostos a valores acima dos limites regulamentares, há a salientar o efeito de redução de ruído das medidas já instaladas, o qual é claramente observado

nos mapas de níveis sonoros sendo o respetivo inventário também incluído neste estudo. A este título, destacam-se as barreiras acústicas que limitam consideravelmente a expansão das isófonas de valor mais elevado, na proximidade de recetores sensíveis.

Um aspeto crucial para assegurar a eficácia e sustentabilidade das medidas de controle de ruído que venham a ser implantadas no futuro ao nível desta autoestrada, tem a ver com o planeamento e ordenamento do território ao nível municipal, de modo a evitar o surgimento de novas zonas residências e outras com elevada sensibilidade acústica nas imediações desta fonte de ruído que é a A28.

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 DL 9/2007, todos estes municípios têm também de elaborar os seus mapas de ruído. Esses mapas à escala municipal não apresentam o nível de exigência de um mapa estratégico de ruído, mas permitem obter informação essencial e de uso obrigatório em sede de revisão de planos diretores municipais, bem como os seguintes planos de redução de ruído municipais.

Elaborado por:

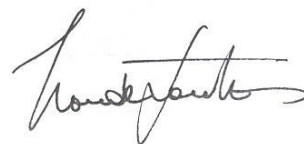
Jorge Preto

A handwritten signature in blue ink that reads 'Jorge Preto'.

Técnico Superior

Verificado e aprovado por:

Luís Conde Santos

A handwritten signature in black ink that reads 'Luís Conde Santos'.

Diretor Técnico

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, com a Declaração de Rectificação n.º 57/2006, de 31 de Agosto.
2. Decreto-Lei 136-A/2019, de 6 de Setembro, que altera o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho.
3. Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (Regulamento Geral do Ruído), com a Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de Março e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto.
4. Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, publicadas pela APA em Agosto de 2022.
5. Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3, publicadas pela APA em Dezembro de 2011.
6. Ramos Pinto, F., Guedes, M. & Leite, M. J., Projecto-Piloto de Demonstração de Mapas de Ruído – Escalas Municipal e Urbana, Instituto do Ambiente, 2004
7. Directrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias, DGA / DGOTDU, 2001.
8. Recomendações para Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros, DGA / DGOTDU, 2001.
9. NP ISO 1996-1 (2011) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação, IPQ, fevereiro 2011.
10. NP ISO 1996-2 (2011) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente, IPQ, fevereiro 2011. Directiva Comunitária 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente, de 25 de Junho de 2002.
11. Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente, Instituto do Ambiente, Abril 2003.
12. Norme XP S31-133(2001) – Bruit des infrastructures de transports terrestre. Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur incluant les effets météorologiques.
13. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévission des niveaux sonores”, CETUR, 1980.
14. Recomendação da Comissão Europeia 2003/613/EC, relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem como dados de emissões relacionados, de 6 de Agosto de 2003.
15. Wolfgang Probst, Implementation of the EU-directive on Environmental Noise Requirements for Calculation Software and Handling with CadnaA, 2003.
16. “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), 2006.
17. “Mapas Estratégicos de Ruído e Planos de Acção nas Auto-Estradas Portuguesas”. Margarida Braga, Jorge R. Preto, Christine A. Matias, Luís Conde Santos. TECNIACÚSTICA 2011, 42º Congreso Español de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica, European

Symposium on Environmental Acoustics and nn Buildings Acoustically Sustainable, Cáceres, Outubro 2011.

18. “Reabilitação de pavimentos - reabilitação das características de superfície para a diminuição do ruído pneu-pavimento.” Elisabete Freitas, Paulo Teixeira. Universidade do Minho.
19. “Contribuição para o estudo da atenuação seletiva do ruído de tráfego rodoviário”. Mário Miguel de Abreu Martins. Tese de doutoramento em engenharia civil. Universidade de Coimbra, Julho de 2014.
20. Kephelopoulos, S., Paviotti, M., & Anfosso-Lédée, F. (2012). Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU). EUR 25379 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 180 pp.

ANEXOS

Anexo I – Mapas Estratégicos de Ruído (1:10000)