

Mapa Estratégico de Ruído da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3

2021

Memória Descritiva

Referência do relatório: 0948.1_21_DBW_MRIT_131_22

Data do relatório: Fevereiro 2022

Nº. total de páginas (excluindo anexos): 48

Mod. 60-05.03

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício E – Taguspark, 2780-920 Porto Salvo | Tel: +351 214228950
PORTO (sede): Rua do Mirante 258, 4415-491 Grijó | Tel: +351 227471950
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	3
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.....	9
3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO.....	9
4. DESCRIÇÃO DO PROJETO	11
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA AUTOESTRADA A10.....	11
4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO.....	11
4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO.....	12
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO.....	14
4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE.....	16
4.3. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR.....	19
5. METODOLOGIA	21
5.1. INTRODUÇÃO.....	21
5.2. INDICADORES DE RUÍDO.....	21
5.3. MÉTODOS DE CÁLCULO.....	21
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.....	28
5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS.....	28
5.4.4. DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO.....	29
5.4.5. DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO.....	29
5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO.....	31
5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS.....	31
5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS.....	33
5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO.....	34
5.5.4. CÁLCULO DOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO.....	35
5.5.5. IMPRESSÃO FINAL DOS MAPAS.....	36
6. RESULTADOS	37
6.1. INTRODUÇÃO.....	37
6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO.....	37
6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS.....	37
6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA.....	39
6.3. MONITORIZAÇÕES CONTÍNUAS DE VALIDAÇÃO.....	42
7. CONCLUSÕES	44
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	46
• ANEXO I – Mapas Estratégicos de Ruído (1:10 000)	

Mapa Estratégico de Ruído da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projeto	Mapa Estratégico de Ruído da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3
Cliente	BGI - Brisa Gestão de Infraestruturas
Morada	Quinta da Torre da Aguilha - Edifício Brisa 2785-599 São Domingos de Rana
Localização do projeto	Autoestrada A10, entre Bucelas e o Carregado
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário
Data de emissão	Fevereiro 2022

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.
- Madalena Vaz de Miranda, Eng. do Ambiente (FCT/UNL), Mestrado em Ordenamento do Território e Impactes Ambientais (FCT/UNL) – Técnica Superior.
- Filipe Pinto, Técnico do Laboratório de Ruído e Vibrações da dBwave.i.

1. INTRODUÇÃO

A A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC13, encontra-se integrada na concessão da Brisa Concessão Rodoviária, S.A. A A10 faz a ligação da margem norte do rio Tejo, desde o nó com a A9 - Circular Regional Exterior de Lisboa (CREL), até à entrada para a A13 – Auto-estrada Almeirim/Marateca, em Benavente e permite evitar a passagem pela grande Lisboa, principalmente a quem se desloca entre as autoestradas A1- Auto-estrada do Norte e A2 – Auto-estrada do Sul. Perfaz uma extensão de 39,8 km, distribuídos por 4 sublanços (A9/A10, Arruda dos Vinhos, A1/A10 e Benavente), sendo que cerca de 12 km se desenvolvem em pontes e viadutos.

Com a publicação do Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, foram introduzidos novos indicadores, harmonizados a nível europeu, e também os conceitos de Mapas Estratégicos de Ruído (MER) e de Planos de Ação (PA), incidindo sobre as grandes aglomerações e as Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT). De acordo com este Decreto-lei, recentemente alterado pelo Decreto-lei n.º 136-A/2019, compete às entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo elaborar e rever os MER e PA das grandes infraestruturas de transporte, respetivamente, rodoviário, ferroviário e aéreo.

Neste contexto, compete à Brisa Concessão Rodoviária, proceder à elaboração dos MER para as infraestruturas rodoviárias sob sua concessão classificadas como grande infraestrutura de transporte rodoviário, ou seja, aquelas em que se verifiquem mais de 6 milhões de passagens de veículos por ano, numa 1ª fase, e de 3 milhões de passagens, a partir da 2ª fase 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 dois primeiros sublanços da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC13, pois são aqueles em que as passagens de veículos ultrapassam as 3 milhões anuais.

Como tal, este relatório debruça-se apenas sobre os sublanços:

- A9/A10 – Arruda dos Vinhos;
- Arruda dos Vinhos – Carregado (A1/A10).

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 do trabalho descrito neste relatório consiste essencialmente na elaboração do Mapa Estratégico de Ruído para parte da A10 - Auto-estrada Bucelas/ Carregado/ IC3, abrangendo os seguintes sublanços detalhados:

- A10 – Sublanços A9/A10 / Arruda dos Vinhos / Carregado (A1/A10)

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

- *Decreto-Lei n.º 136-A/2019*, de 6 de setembro, que transpõe a *Diretiva (UE) 2015/996* e que altera e republica o *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.

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

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

Conforme indicado no DL 136-A/2019, os Mapas Estratégicos de Ruído aqui 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 136-A/2019): 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 136-A/2019): 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 DL n.º 146/2006 e as alterações introduzidas 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:

- 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 $4 \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ (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 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 n.º 146/2006, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, um mapa estratégico de ruído é uma apresentação dos dados referentes a um dos seguintes aspectos:

- 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.

Os MER podem ser apresentados sob a forma de:

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

Os MER são utilizados para os seguintes fins:

- Proporcionar uma base de dados que sustente a informação a enviar à Comissão Europeia;
- Construir uma fonte de informação para os cidadãos;
- 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 (em centenas) 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 (em centenas) 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 (em centenas) e o número estimado de pessoas (em centenas) que vivem 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 .

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 A10.

3.4. PLANEAMENTO MUNICIPAL

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

- 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 DL 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 3-1.

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 A10

4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO

O estudo abrange os dois primeiros sublanços da A10 - Auto-estrada Bucelas/ Carregado/ IC3, concessionada à Brisa Concessão Rodoviária, desde o nó com a A9 (pK 0+000) até ao nó com a A1, no Carregado (pK 17+600).

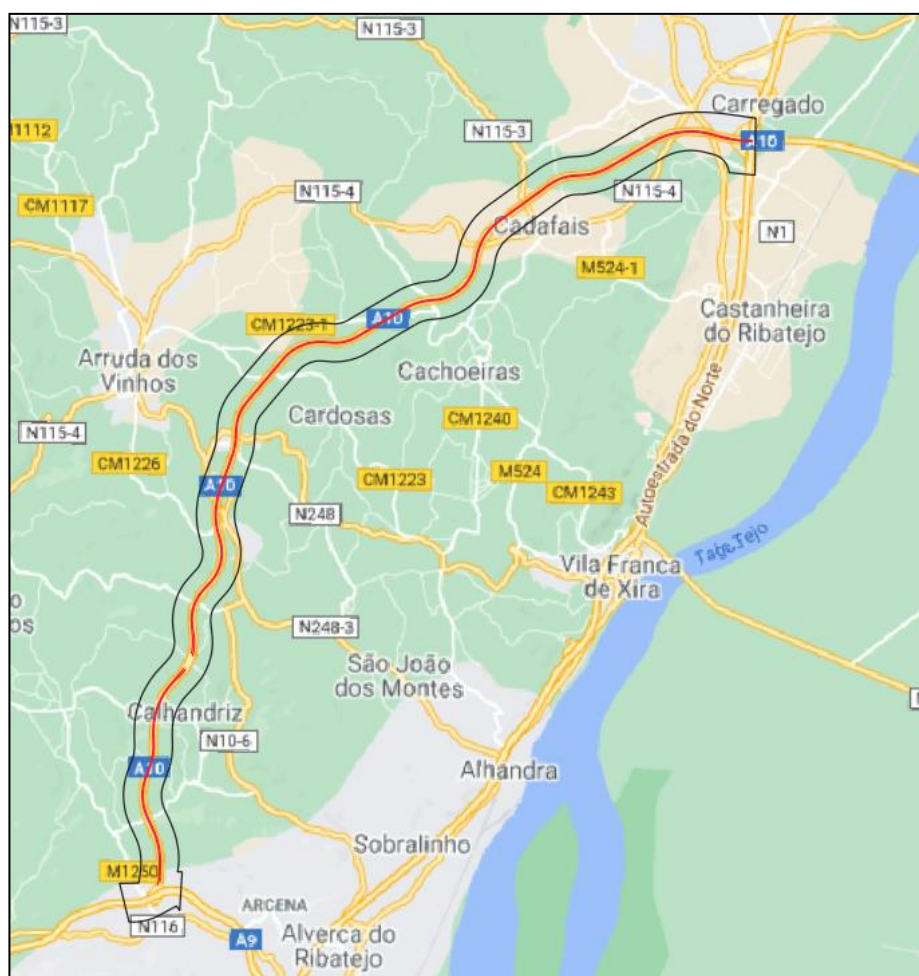


Figura 4-1 – Enquadramento geográfico do troço da A10 em estudo²

Com uma extensão total de cerca de 39 km, a A10 faz a ligação entre a A9 - Circular Regional Exterior de Lisboa (CREL), a A1 – Auto-estrada do Norte e a A13 - Autoestrada Almeirim/ Marateca. É composta por três vias de circulação por sentido e o limite de velocidade é de 120 km/h para os veículos ligeiros e 90 km/h para os pesados em grande parte da sua extensão. Esta autoestrada está dividida em 4 sublanços, correspondendo aos seguintes nós: A9/A10, Arruda dos Vinhos, Carregado (A1/A10), Benavente e A10/A13. Destes, apenas os 2 primeiros sublanços têm classificação de GIT

² A partir de <http://maps.google.pt> e com tratamento em programa de SIG por parte de dBwave.i.

(mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano) e, como tal, apenas estes sublanços são alvo de realização de um MER, pelo que os sublanços em análise no presente estudo são:

- A9/A10 - Arruda dos Vinhos
- Arruda dos Vinhos – Carregado (A1/A10)

4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO

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 de 2021. Os mesmos são apresentados, para cada sublanço, sob a forma de tráfego médio horário (TMH) e restantes categorias previstas na norma 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 4-1 – Dados de tráfego considerados para os sublanços da A10, por sentido

Toponímia	ID	Período diurno					Período entardecer					Período nocturno					vmáx (km/h)		Tipo de piso
		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	
A9/A10-Arruda dos Vinhos	F001	389,4	15,2	29,3	0,3	100,0	33,9	59,8	35,1	1,5	100,0	37,4	15,6	33,3	0,3	100,0	120	90	BB
Arruda dos Vinhos-A9/A10	F002	389,4	15,2	29,3	0,3	100,0	33,9	59,8	35,1	1,5	100,0	37,4	15,6	33,3	0,3	100,0	120	90	BB
Arruda dos Vinhos-A1/A10 (Carregado)	F003	272,6	18,2	35,7	0,3	100,0	28,4	63,0	42,7	0,9	100,0	24,1	21,9	47,5	0,1	100,0	120	90	BB
A1/A10 (Carregado)-Arruda dos Vinhos	F004	272,6	18,2	35,7	0,3	100,0	28,4	63,0	42,7	0,9	100,0	24,1	21,9	47,5	0,1	100,0	120	90	BB

BB: betão betuminoso (CNS_01)

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 300 m para cada lado desse eixo e estende-se desde os pK inicial da respetiva concessão da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3 até ao nó com a A1 – Autoestrada do Norte, no Carregado.

Na Figura 4-2 está representada a área de estudo (limite a preto), o eixo de via (a vermelho) e os concelhos abrangidos pela mesma (com diversas cores).

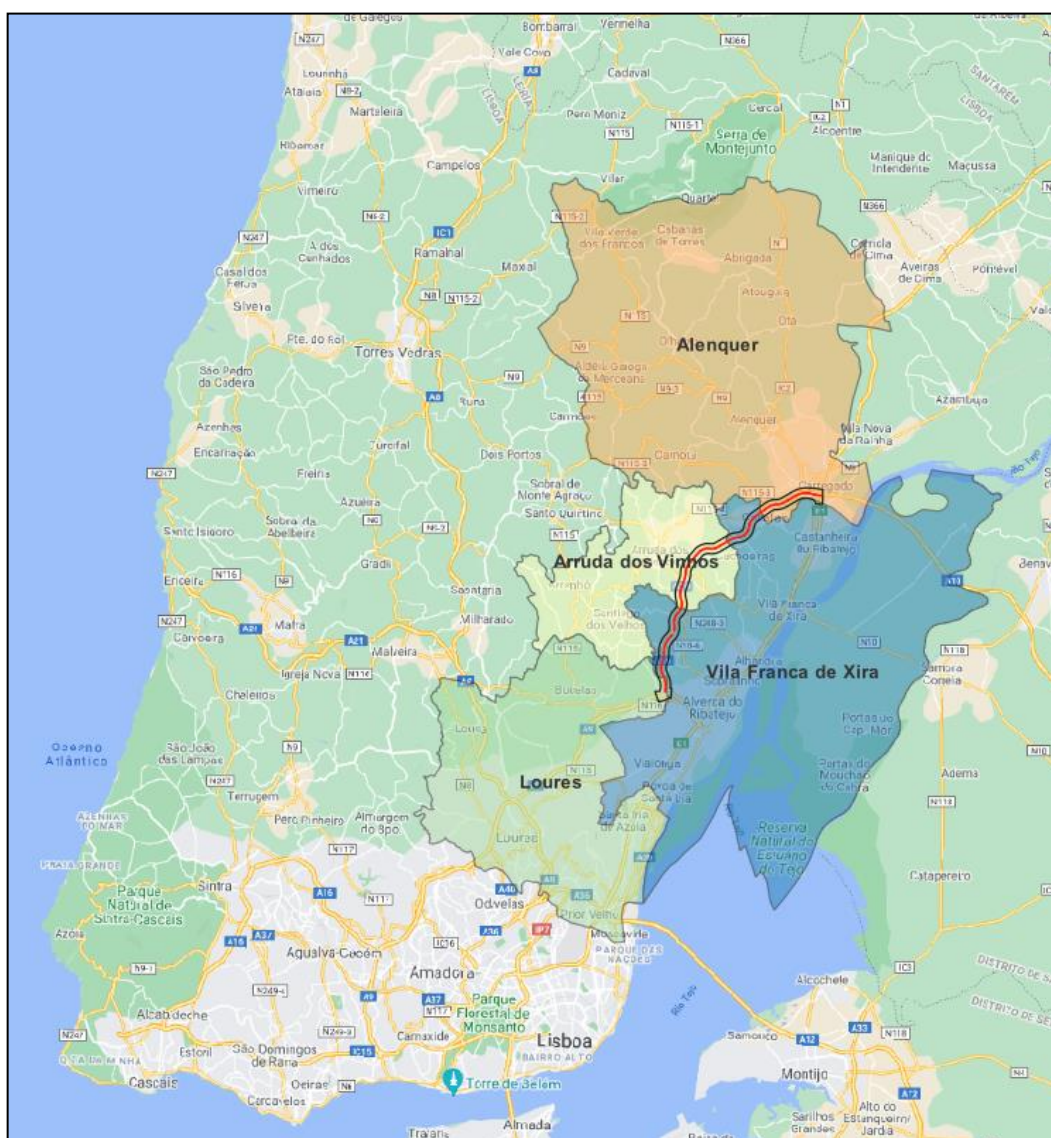


Figura 4-2 – Área de estudo da A10 e concelhos abrangidos

De acordo com o DL 9/2007, compete aos municípios delimitar as zonas mistas e sensíveis nas áreas onde exista a presença de receptores 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 4-2 – Classificação acústica dos municípios abrangidos pelo estudo, na proximidade da A10

MUNICÍPIO	CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA
Alenquer	Município ainda não procedeu ao zonamento acústico em sede de PMOT
Arruda dos Vinhos	Município ainda não procedeu ao zonamento acústico em sede de PMOT
Loures	Tem zonamento acústico. Na proximidade da A10 há zonas classificadas como mista ou sem classificação (sem recetores sensíveis)
Vila Franca de Xira	Tem zonamento acústico. Na proximidade da A10 há zonas classificadas como mista ou sem classificação (sem recetores sensíveis)

As figuras seguintes apresentam exemplos de zonas classificadas como mistas na proximidade da A10.

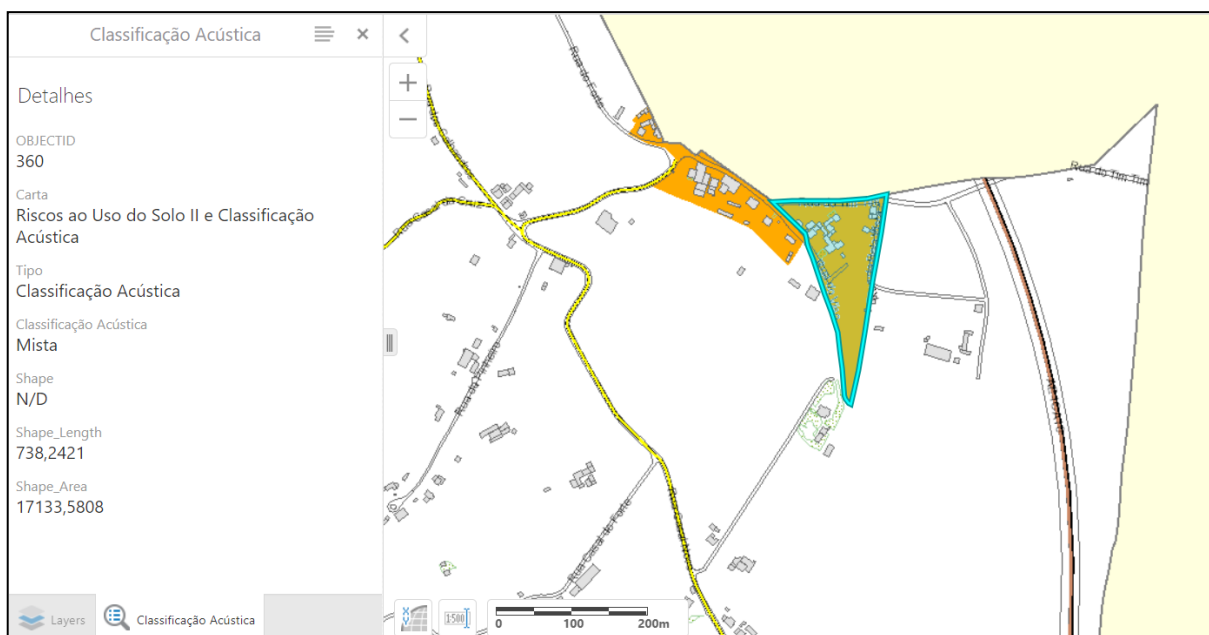


Figura 4-3 – Zona Mista na proximidade da A10 no município de Loures

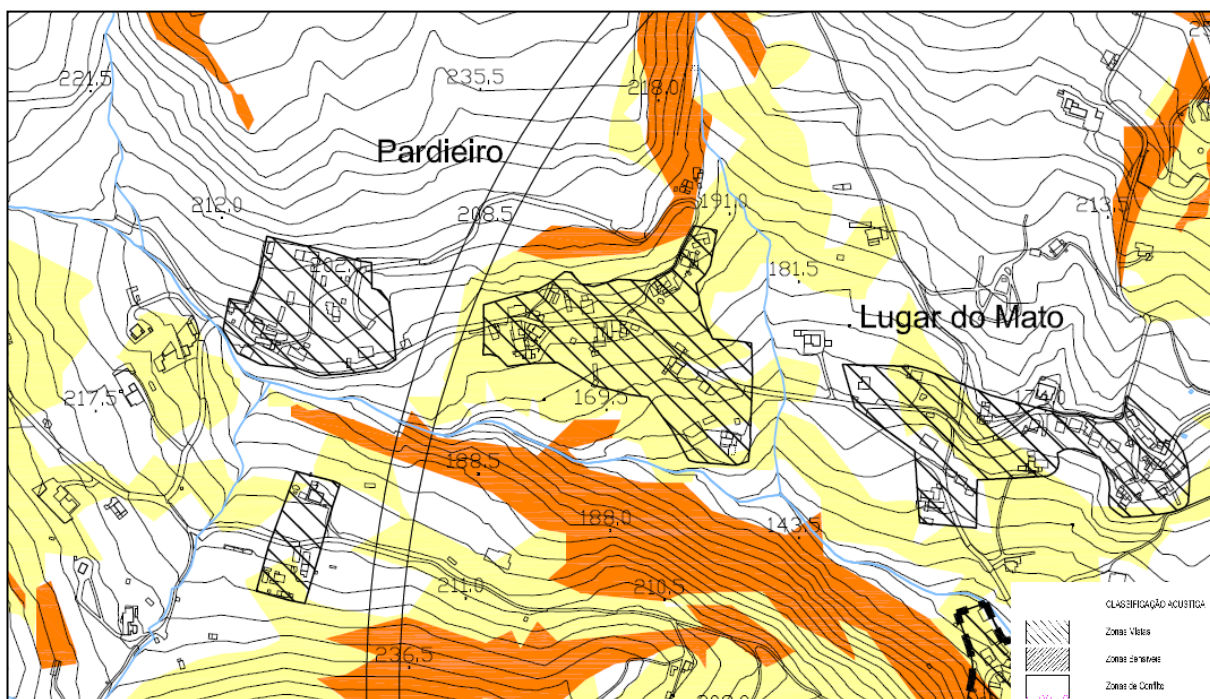





Figura 4-4 – Exemplos de Zonas Mistas na proximidade da A10 no município de Vila Franca de Xira




4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE

A área envolvente à A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3 é, maioritariamente, área rural e com ocupação urbana dispersa.

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 4-3 – Área de estudo da A10. Exemplos ilustrados de aglomerados urbanos e outros pontos relevantes da área de estudo, com indicação do respetivo concelho e pK aproximado.

Descrição	Fotografia aérea
<p>– Concelho de Loures – Início da A10</p> <p>pK 0+000</p>	
<p>– Concelho de Vila Franca de Xira – Pardieiro</p> <p>Pequenos núcleos habitacionais</p> <p>pK 2+500</p>	
<p>– Concelho de Vila Franca de Xira – Túnel de Mato Forte</p> <p>pK 3+500</p>	

Descrição	Fotografia aérea
<p>– Concelho de Arruda dos Vinhos – Carrasqueiro Núcleos habitacionais</p> <p>pK 7+500</p>	 <p>Google Earth</p>
<p>– Concelho de Alenquer – Zona agrícola</p> <p>pK 15+000</p>	 <p>Google Earth</p>
<p>– Concelho de Alenquer – Nó do Carregado (A1/A10) Final do segundo sublanço da A10</p> <p>pK 17+600</p>	 <p>Google Earth</p>

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

No que respeita a medidas implementadas pela Brisa, até à presente data, e segundo dados fornecidos pela concessionária, estão instaladas 6 barreiras acústicas ao longo do troço da A10 em análise e a camada de desgaste aplicada na via é de betão betuminoso rugoso.

A figura seguinte ilustra alguns exemplos de barreiras acústicas instaladas pela Brisa na A10.



Figura 4-5 – Exemplos de barreiras acústicas instaladas na A10

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 Lden, e superior a 55 dB(A) e 50 dB(A), expresso pelo indicador Ln, 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 300 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 Rectificação 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: *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3*, publicadas pela APA em dezembro de 2011, *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3*, publicadas pela APA em dezembro de 2011, *O novo quadro legal do ruído ambiente - Sessões destinadas às câmaras municipais, entidades fiscalizadoras, infra-estruturas de transporte e actividades ruidosas permanentes*, emitido pela APA em Abril de 2007.

Em tudo o que fosse omissa na legislação e nas regras definidas pela APA, utilizaram-se 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 utilizados para a elaboração dos MER são o L_{den} e o L_n , tal como definidos na legislação aplicável, e devem ser 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.

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 ≤ 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.

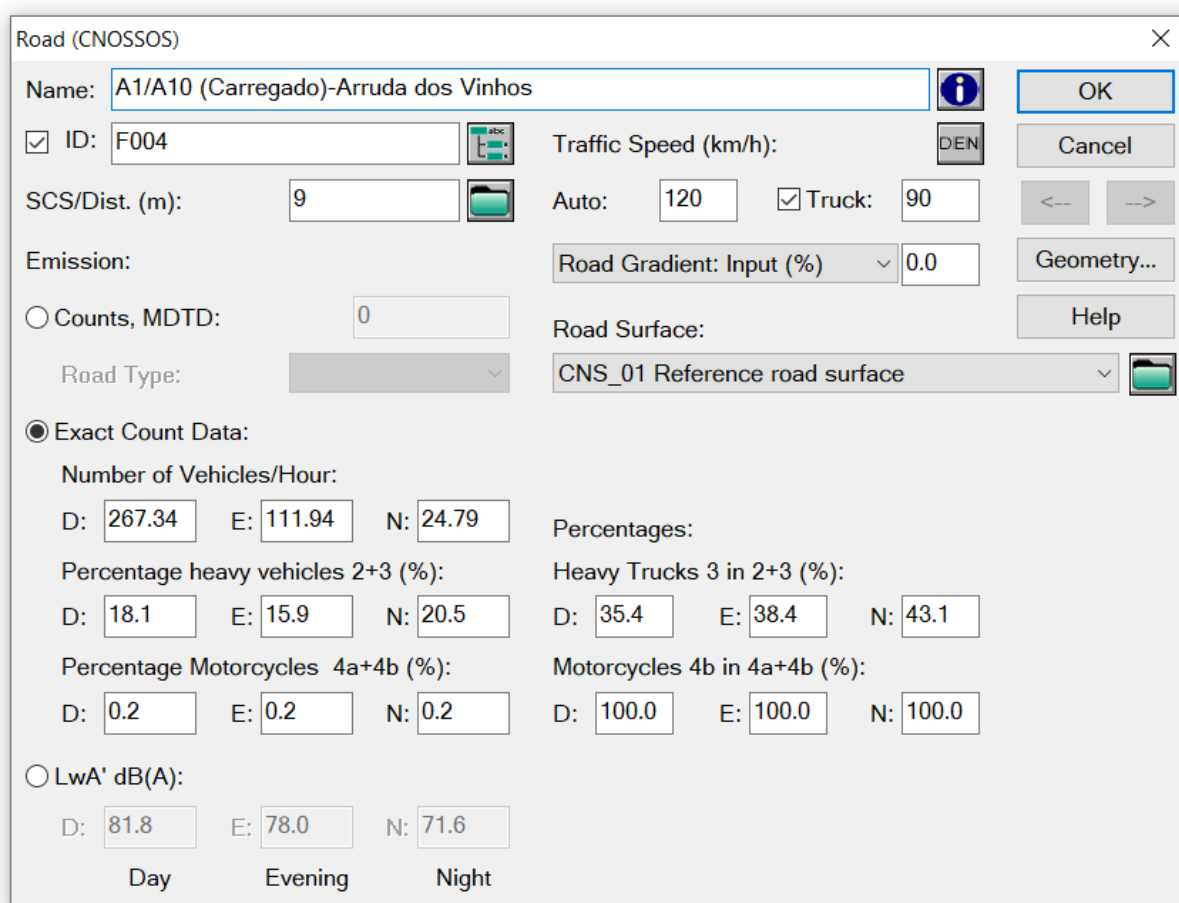
Nas categorias de veículos 1, 2 e 3 a potência sonora total corresponde à soma energética do ruído de rolamento e do ruído de propulsão. Na categoria 4 (veículos de 2 rodas) apenas se considera como fonte o ruído de propulsão.

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.



Road (CNOSSOS)

Name: A1/A10 (Carregado)-Arruda dos Vinhos

ID: F004

SCS/Dist. (m): 9

Emission:

Counts, MDTD: 0

Road Type: [Dropdown]

Exact Count Data:

Number of Vehicles/Hour:

D: 267.34 E: 111.94 N: 24.79

Percentage heavy vehicles 2+3 (%):

D: 18.1 E: 15.9 N: 20.5

Percentage Motorcycles 4a+4b (%):

D: 0.2 E: 0.2 N: 0.2

LwA' dB(A):

D: 81.8 E: 78.0 N: 71.6

Day Evening Night

Traffic Speed (km/h):

Auto: 120 Truck: 90

Road Gradient: Input (%) 0.0

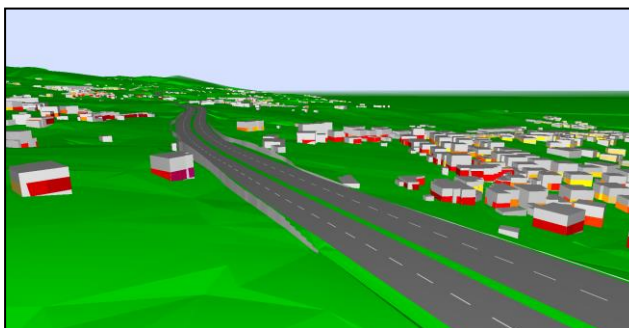
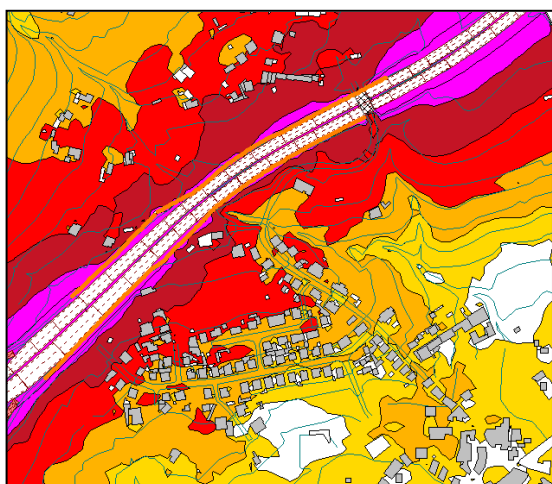
Road Surface: CNS_01 Reference road surface

Buttons: OK, Cancel, Geometry..., Help

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

Quadro 5-2 – Configurações de cálculo principais utilizadas

Configurações de cálculo utilizadas		
Geral	Software e versão utilizada	CadnaA v2021
	Máximo raio de busca	1 500 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/nocturno	50/75/100%
	Temperatura	15°C
	Humidade relativa	70%
Mapa de ruído	Malha de cálculo	10 x 10 m
	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 de ruído 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 realizaram os mapas estratégicos de ruído consistiu dos seguintes elementos:

- Cartografia vetorial georreferenciada, em formato DWG, à escala 1/10 000, numa faixa com cerca de 300 m para cada lado do eixo da via, constituída pelos seguintes elementos:
 - o Altimetria, constituída por pontos cotados e curvas de nível, a 3D, com uma equidistância de 5 m;
 - o Planimetria, constituída por um vasto conjunto de elementos cotados tridimensionalmente, nomeadamente: eixos de via, bermas, muros e vedações, pontes, viadutos, passagens superiores e inferiores, toponímia e edifícios, com separação segundo os usos;
 - o Elementos altimétricos complementares “*breaklines*”, versão cotada em Z de alguns dos elementos da planimetria, designadamente: bermas, linhas de água, taludes, aterros e desaterros e muros de suporte.
 - 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.

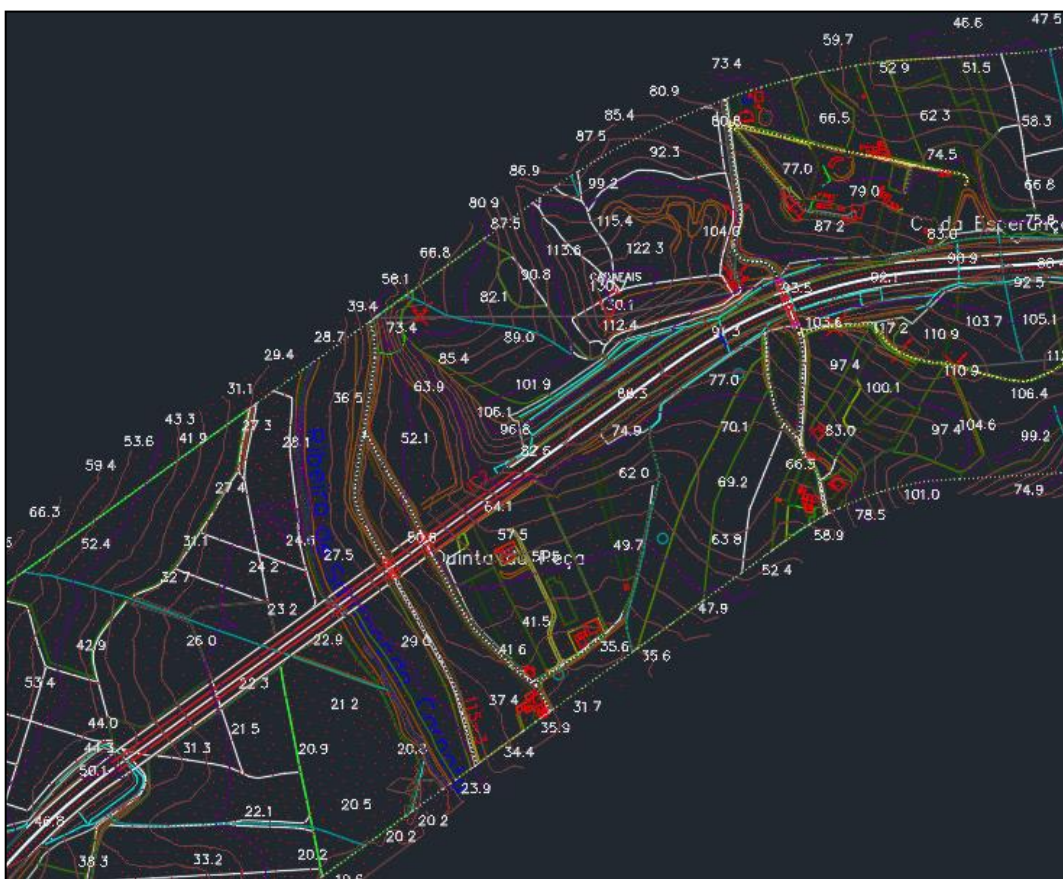


Figura 5-3 – Extrato da cartografia a 1/10 000 utilizada para a elaboração do modelo acústico



Figura 5-4 – Modelo digital do terreno construído com base nos elementos cartográficos, já com a A10 implantada - vista sobre a zona do pK 7+000

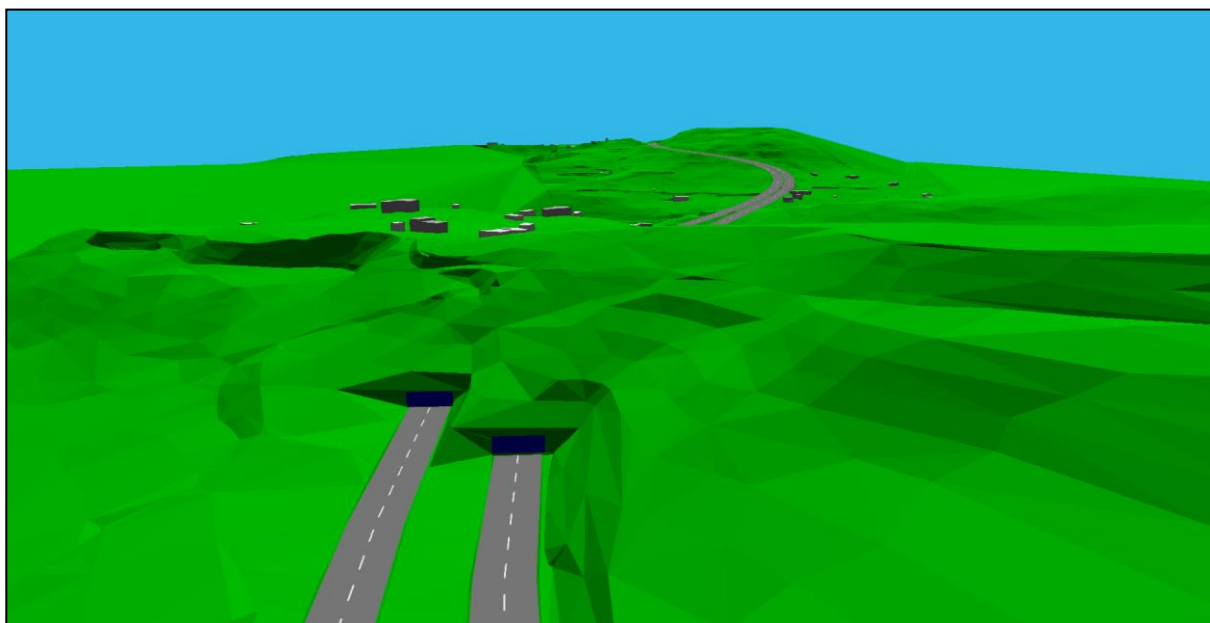


Figura 5-5 – Modelo digital do terreno construído com base nos elementos cartográficos, já com a A10 implantada - vista sobre a zona do túnel de Mato Forte

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 de piso existente nos vários troços da autoestrada, dado que, cada vez mais, existem tipos de piso com menor emissão sonora, usados como medida de controle de ruído. A informação relativa ao tipo de camada de desgaste e introduzida no modelo foi fornecida pelo cliente em forma de tabela.

5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS

Na inexistência de dados relativos aos parâmetros meteorológicos nos formatos solicitados pelo modelo de cálculo utilizado, seguiu-se a recomendação da APA (Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, Versão 3, Dezembro 2011) relativa à adoção das seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído (mencionadas na publicação Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure – Versão 2, de Agosto de 2007):

- 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 dos sublanços da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3 em estudo. 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 Brisa Concessão Rodoviária 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

Foi compilada informação sobre a população e usos do solo na área de estudo, tendo sido diferenciados os receptores sensíveis (edifícios habitacionais, escolas e hospitais) dos receptores não sensíveis (restantes usos). Tal foi feito ao nível da classificação dos edifícios segundo o seu uso, conforme se apresenta nos vários anexos, em que se agruparam os usos de acordo com o que consta na respetiva legenda, que se reproduz na figura seguinte.

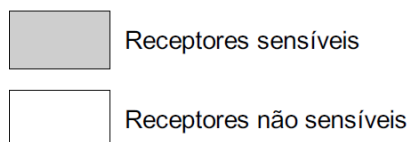


Figura 5-6 –Tipos de uso de edifícios assinalados nos Anexos I.1 e I.2

Uma vez identificados no modelo os edifícios com uso residencial, 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 os relativos aos Censos 2011 – XV Recenseamento Geral da População e V Recenseamento Geral da Habitação. Atualmente esses dados estão disponíveis numa Base Geográfica de 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 178.364, fazendo com que a BGRI 2011 se constitua como a mais completa, desagregada e exaustiva cobertura homogénea do país, disponível em formato digital e relativa a uma única data de referência.

Neste contexto, foi adquirida de forma *online* através do sítio do INE toda a informação de distribuição de população relativa aos Censos 2011, detalhada à subsecção estatística, com os respetivos polígonos da BGRI incluídos na área de estudo definida.

Foi necessário georreferenciar corretamente esses polígonos, de acordo com o sistema de georreferenciação utilizado no modelo, tendo sido distribuída a respetiva população pelos edifícios identificados como de uso residencial. Tendo em conta os polígonos da BGRI, com dados de população residente, e a capacidade de cada edifício, definida pela área do polígono que define cada edifício individualmente multiplicada pelo número de pisos de cada edifício (correspondente aproximadamente à altura da sua cêrcea a dividir por 3), foi possível estimar o número de residentes em cada edifício.

5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

O procedimento técnico geral utilizado pela dBwave.i para a elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transporte está representado na Figura 5-7.

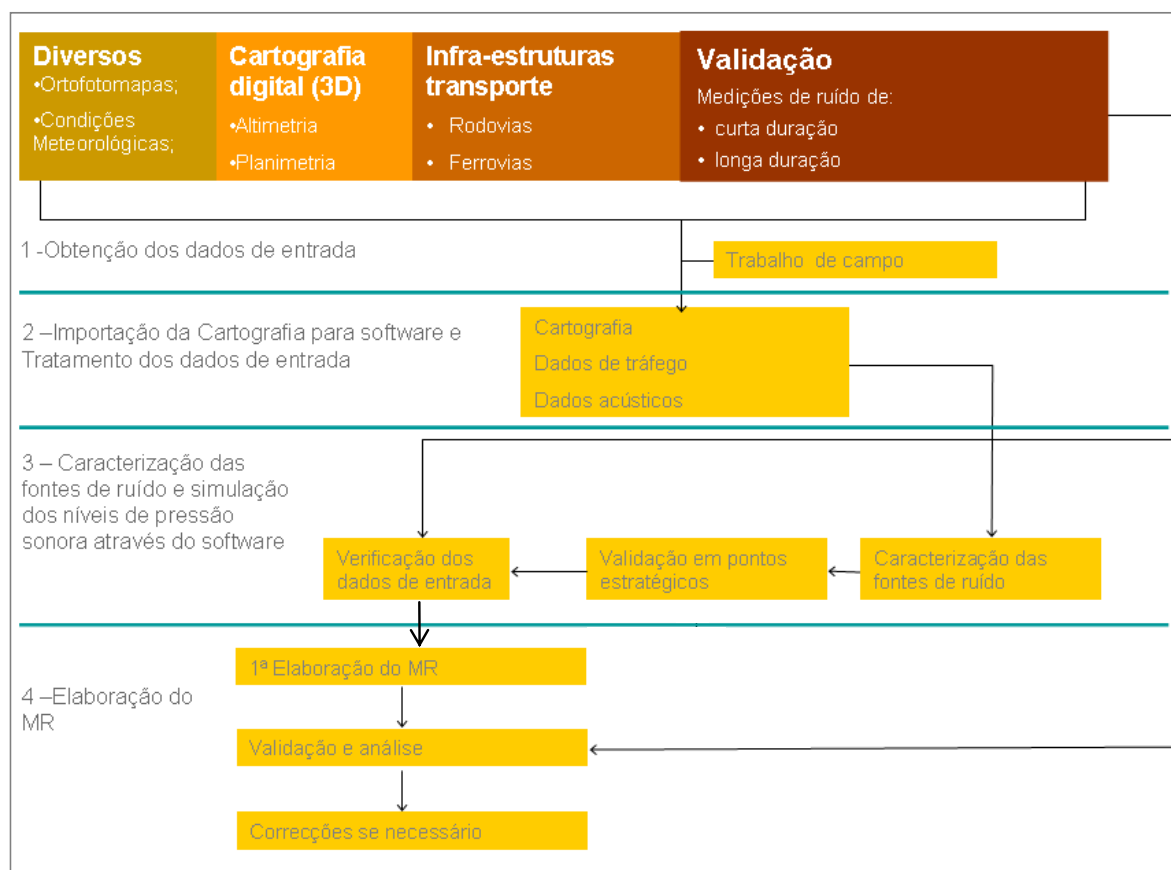


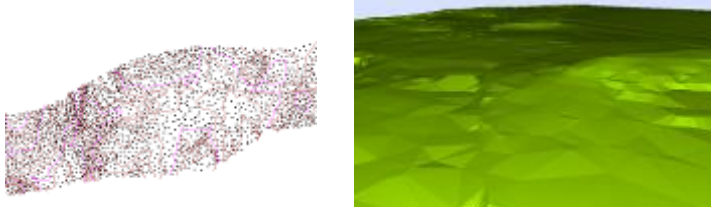
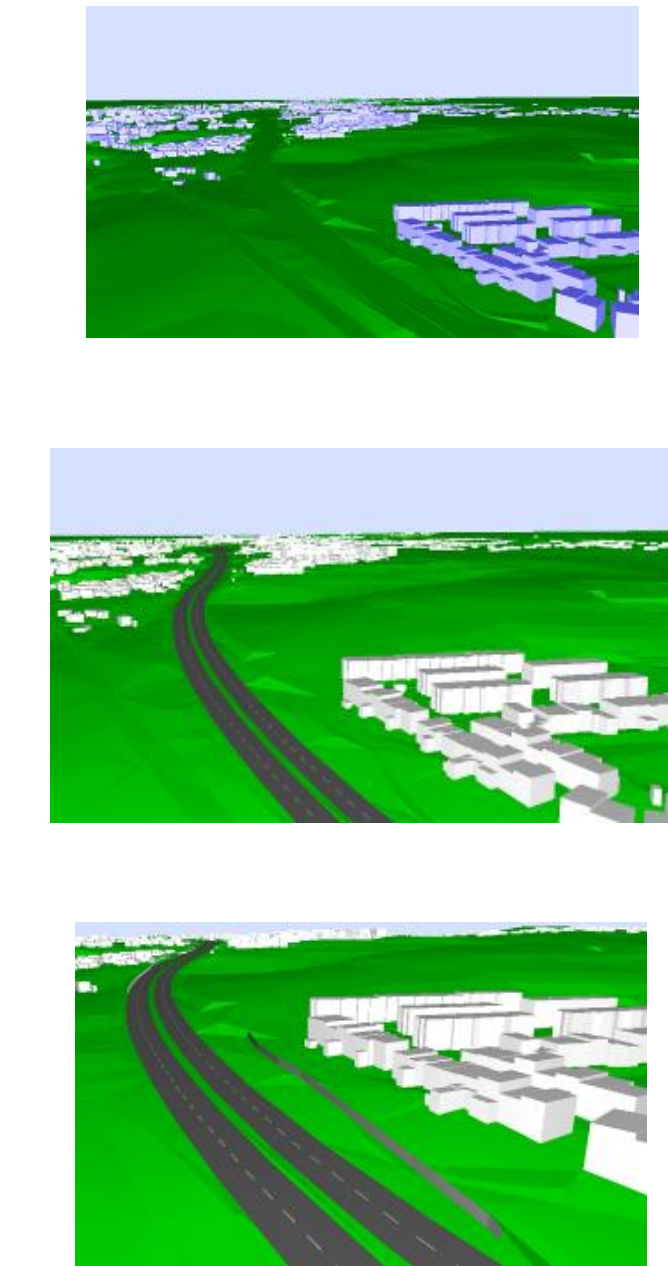
Figura 5-7 – Diagrama do procedimento técnico geral definido pela dBwave.i para elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transportes.

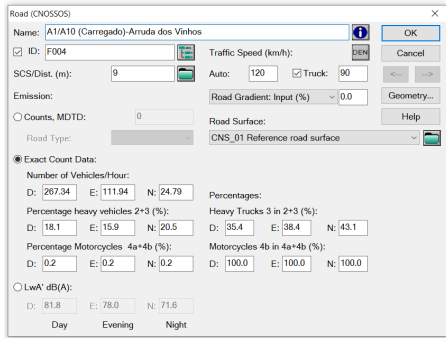
5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS

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.

<p>ALTIMETRIA</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de curvas de nível e pontos cotados; • Verificação de erros através do comando “3D-View”. 	
<p>PLANIMETRIA</p>	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução dos edifícios: <ul style="list-style-type: none"> - polígonos fechados; - localização; - 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 / bitmaps sobrepostos. • Introdução da estrada: <ul style="list-style-type: none"> - 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): <ul style="list-style-type: none"> - implantação (início, fim e distância à estrada); - altura; - coeficiente de absorção. - • Verificação da implantação das barreiras através do comando “3D-Special”. 	

CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS	
<ul style="list-style-type: none"> • Condições favoráveis/homogéneas; • Temperatura (15° C), humidade relativa média anual (70%) e velocidade média dos ventos (m/s); 	
DADOS DE TRÁFEGO (POR DIURNO, ENTARDECER, NOTURNO)	
<p>Dados de tráfego (por período de referência):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Tráfego médio horário; • % de categorias de veículos por hora; • Velocidade média de veículos ligeiros e pesados. 	

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 5-8 – Tratamento e adaptação da cartografia e planimetria da zona a modelar para o programa de cálculo CadnaA (imagem exemplo)

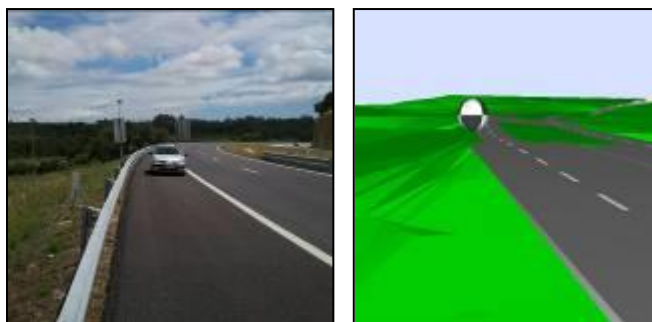


Figura 5-9 – Validação das fontes sonoras introduzidas no modelo, por intermédio de registo sonoro em pontos considerados estratégicos para o efeito (imagens exemplo)

5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

De acordo com as Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, publicadas pela APA em dezembro de 2011, no seu ponto 3.5 – *Validação de longa duração*:

É essencial, por forma a conferir robustez ao mapa de ruído, que se proceda a uma validação dos resultados. Para tal, os valores apresentados no mapa devem ser comparados com valores de medições efectuadas em locais seleccionados. Uma vez que a simulação realizada se reporta a intervalos de tempo de longa duração (tipicamente, um ano), as medições acústicas para efeito de validação devem ser representativas de um ano. Assim, a metodologia a adoptar deve permitir validar, simultaneamente, a qualidade dos dados de entrada e o comportamento do modelo.

A selecção 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, 2 dias em contínuo, consecutivos ou não, por forma a poder ser considerado um intervalo de tempo de longa duração, o qual consiste em séries de intervalos de tempo de referência (ver item 3.9 da parte 1 da NP 1730). 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.

A medição realizada teve uma duração mínima de 48 horas em contínuo, tendo sido utilizado um sistema de monitorização, constituído por sonómetros integradores de classe de precisão 1, programados para registar valores de L_{Aeq} a intervalos de 1 segundo, instalados em malas à prova de intempérie, equipadas com baterias externas de longa duração, e ligados ao respetivo microfone e pre-amplificador através de cabos de 10 metros. O microfone foi protegido por kits de proteção contra a intempérie e instalado no topo de uma vara com 4 m de altura, fixadas a postes ou placas de sinalização junto da via, conforme referido anteriormente. Os valores de L_d , L_e e L_n medidos foram obtidos através da média logarítmica dos valores de L_{Aeq} registados, nos intervalos correspondentes aos respetivos períodos de referência, sendo depois calculado o L_{den} .

O referido ponto das Diretrizes refere ainda:

A altura dos pontos de medição deve situar-se a $4,0 \pm 0,2$ metros acima do solo, em virtude dos mapas serem calculados para 4 m. Excepcionalmente, 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 factores de cálculo iguais aos considerados no mapa de ruído.

A altura dos pontos de monitorização foi de $4,0 \pm 0,2$ metros acima do solo.

Por último, o mesmo ponto das Diretrizes refere também:

O cálculo pode ser aceite caso a diferença entre os valores calculados (retirados dos mapas de ruído elaborados) e os valores medidos não ultrapasse ± 2 dB(A), arredondado às unidades. Foi este o critério de comparação seguido e utilizado para, quando necessário, ajustar o modelo.

Para validar o modelo em questão, realizou-se monitorização de ruído em contínuo num ponto junto à via, no sublanço Arruda dos Vinhos - Carregado (A1/A10), no pK 8+860.

A escolha do local para a instalação deste ponto de medição (PV) teve 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.
- Procurou-se 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.

Instalou-se o sistema de monitorização de ruído (incluindo microfone com protecção à intempérie) colocando-o no topo de uma vara com 4 m de altura. No PV a vara foi fixada a um poste de suporte da vedação de separação de terrenos.

Para se proceder à validação do modelo acústico e das respectivas fontes (A10), foi efetuada uma comparação dos valores de L_{Aeq} medidos “*in situ*” com os valores calculados pelo modelo. Estes dados recolhidos permitem aferir a validade do modelo criado pelo *software* com a realidade acústica do local, tendo em conta os ajustes de terreno e as características de emissão sonora das fontes. O modelo foi parametrizado de modo a reproduzir as condições observadas no local durante as medições acústicas.

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, mediante comparação entre valores medidos e calculados em pontos recetores discretos, inicia-se a fase de cálculo de mapas de ruído.

Antes de se proceder à emissão do trabalho final, são efetuados cálculos preliminares para identificação de eventuais problemas e para análise prévia com o cliente, fazendo-se, se necessário, correções e ajustes ao modelo. Deste modo tenta garantir-se que, quando concluído, o trabalho apresente o máximo rigor possível.

São calculados mapas de níveis sonoros onde são calculados os 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 A10 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 A1:
 - o Mapas de níveis sonoros, para os indicadores L_{den} e L_n (Anexos I.1 e I.2, respetivamente);

O código de cores utilizado nos mapas de ruído é o indicado pela APA nas Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, de dezembro de 2011, 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.











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

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.

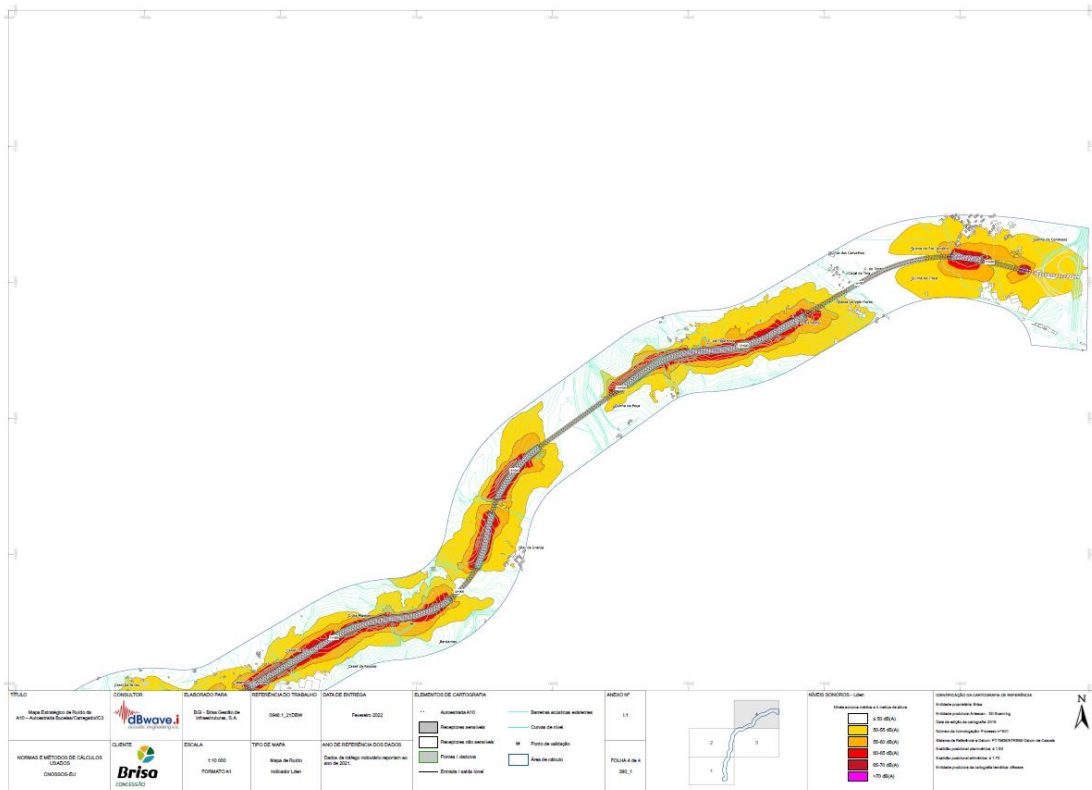


Figura 6-2 – Extrato do MER da A10 para o indicador Lden

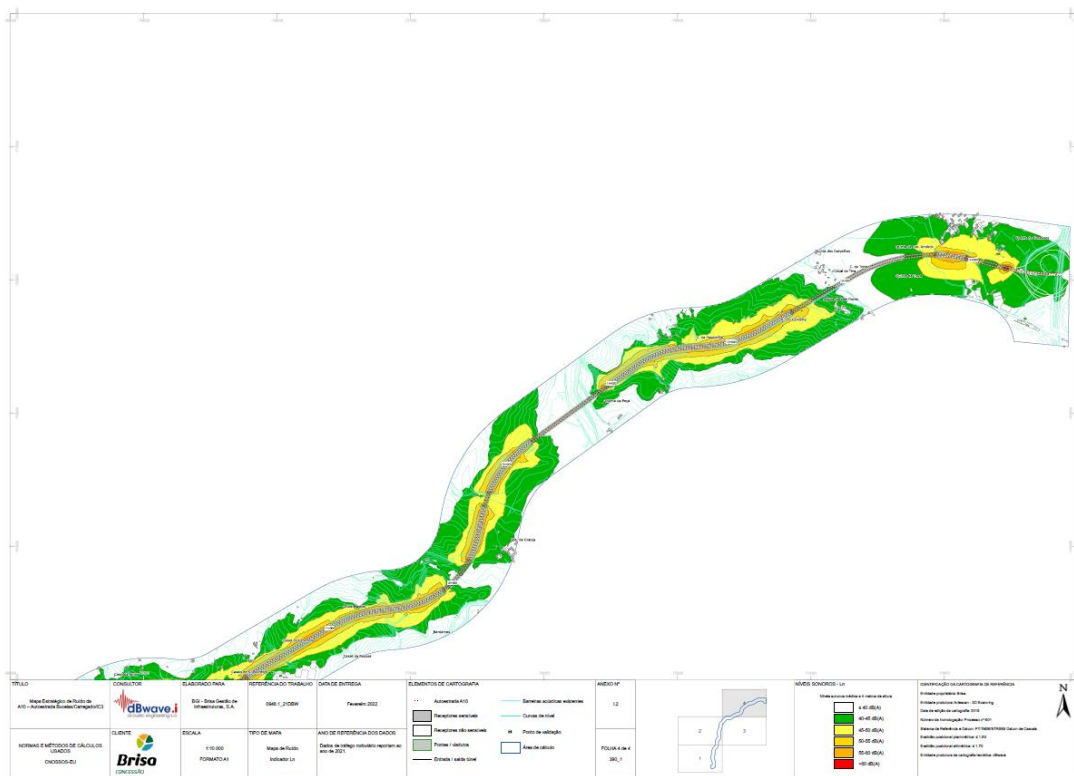


Figura 6-3 – Extrato do MER da A10 para o indicador Ln

A análise das emissões de ruído da A10 revela a existência de níveis sonoros relativamente baixos para a sua envolvente. 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 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 e em viaduto / ponte.

Através da análise das figuras anteriores percebe-se que as faixas de valores superiores a 65 dB(A) para o L_{den} e de 55 dB(A) para o L_n (limites para zonas mistas) se encontram confinadas à envolvente próxima da autoestrada. Uma vez que a área atravessada pela A10 é caracterizada essencialmente pela existência de zonas rurais e com densidade urbana bastante reduzida e os recetores de uso sensível existentes se localizam consideravelmente afastados da via, nos dois primeiros sublanços da A10 não existem recetores sensíveis expostos a níveis de ruído acima dos limites legais.

6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA

Os resultados para a população exposta ao ruído da A10 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 Térreas), 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 A10 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 A10 no concelho de Alenquer

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

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

Quadro 6-2 – População exposta ao ruído da A10 no concelho de Arruda dos Vinhos

Arruda dos Vinhos	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	0
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Arruda dos Vinhos	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	0
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-3 – População exposta ao ruído da A10 no concelho de Loures

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

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

Quadro 6-4 – População exposta ao ruído da A10 no concelho de Vila Franca de Xira

Vila Franca de Xira		Vila Franca de Xira	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	0	45 < Ln ≤ 50	0
60 < Lden ≤ 65	0	50 < Ln ≤ 55	0
65 < Lden ≤ 70	0	55 < Ln ≤ 60	0
70 < Lden ≤ 75	0	60 < Ln ≤ 65	0
Lden > 75	0	65 < Ln ≤ 70	0
		Ln > 70	0

Quadro 6-5 – População exposta ao ruído da A10 na totalidade dos concelhos atravessados

TOTAL		TOTAL	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)	Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	0	45 < Ln ≤ 50	1
60 < Lden ≤ 65	0	50 < Ln ≤ 55	0
65 < Lden ≤ 70	0	55 < Ln ≤ 60	0
70 < Lden ≤ 75	0	60 < Ln ≤ 65	0
Lden > 75	0	65 < Ln ≤ 70	0
		Ln > 70	0

No Quadro 6-6 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.

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

A10	Área total (km ²)	N.º estimado de fogos habitacionais expostos à A10 (centenas)	N.º estimado de pessoas expostas à A10 (centenas)
Lden > 75	0,0	0	0
Lden > 65	0,7	0	0
Lden > 55	2,6	0	0

6.3. MONITORIZAÇÕES CONTÍNUAS DE VALIDAÇÃO

Como já referido no ponto 5.5.3., foi realizada uma medição em contínuo, num ponto designado como PV (ponto de validação), cuja localização é apresentada nas figuras seguintes. Importa referir que esta medição ocorreu entre os dias 12 e 16 de junho de 2019, pelo que, para efeitos de validação do modelo tridimensional, os valores medidos foram comparados com os valores calculados pelo modelo com introdução dos dados de tráfego de 2019, cedidos pela Brisa.

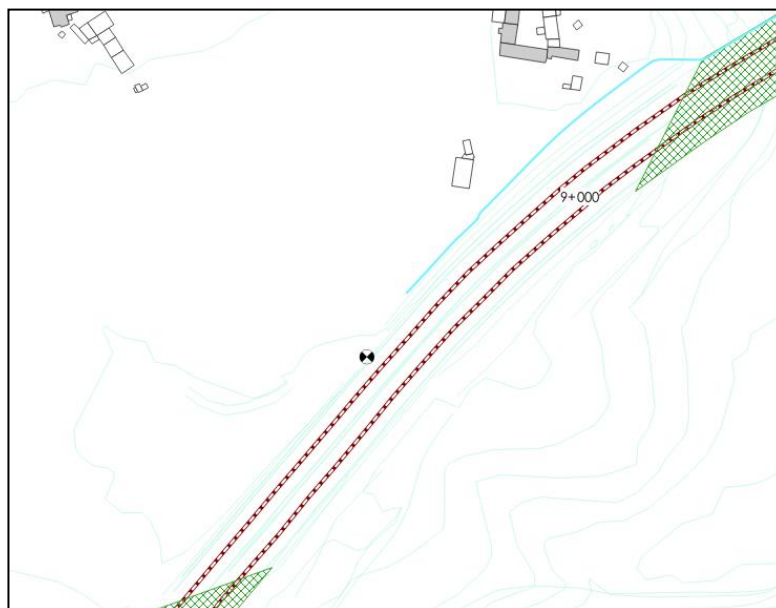


Figura 6-4 – Localização do PV (em planta e no local)

Os resultados da validação são apresentados no quadro seguinte.

Quadro 6-7 – Resultados das monitorização contínua e comparação com os valores calculados pelo modelo no mesmo ponto

Ponto recetor	Indicador calculado [dB(A)]		Indicador medido [dB(A)]		Indicador calculado - Indicador medido [dB(A)]		Coordenadas EPSG: 3763			Requisito
	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	L _{den}	L _n	X(m)	Y(m)	Z(m)	
PV	71,5	61,2	72,8	63,3	-1,3	-2,1	-79536,8	-75393,5	88,0	≤ 2 dB

Dado que o critério de desvio inferior a 2 dB(A) entre os valores medidos e calculados é cumprido para os dois indicadores, considera-se o modelo como validado. Uma vez que este processo de validação se destina a validar o modelo acústico e a aferir a sua representação da realidade, considera-se que, estando o modelo validado com dados de tráfego de 2019, o mesmo se encontra validado para qualquer outra situação de tráfego, particularmente para os dados de 2021, utilizados para o cálculo dos mapas de ruído e população exposta.

7. CONCLUSÕES

A entrada em vigor da Diretiva (UE) 2015/996 (CNOSSOS-EU – *Common Noise Assessment Methods in Europe*) vem introduzir um novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído - CNOSSOS-EU. De acordo com o Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que é uma alteração do 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 Brisa Concessão Rodoviária S.A. proceder à elaboração dos MER para os troços das infraestruturas rodoviárias sob sua concessão classificados como GIT de transporte rodoviário, ou seja, aqueles em que se verifiquem mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano.

O presente MER enquadra-se na quarta fase de implementação da Diretiva n.º 2002/49/CE e incide sob os dois primeiros sublanços da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3, desde o nó com a A9 – Circular Regional Exterior de Lisboa (CREL) até ao nó com a A1 – Autoestrada do Norte (cerca de 18 km de extensão).

A metodologia utilizada neste estudo está de acordo com o estipulado na legislação aplicável e nas Diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente e contemplou a realização de mapas de ruído à escala de trabalho 1/10 000, sendo os mapas de ruído apresentados à mesma escala. A área de estudo foi definida com 300 metros de cartografia para cada lado do eixo de via da autoestrada, e engloba os concelhos de Alenquer, Arruda dos Vinhos, Loures e Vila Franca de Xira.

Todos os resultados apresentados se referem ao ano de 2021, de acordo com o indicado no DL 146/2006, alterado e republicado pelo DL 136-A/2019, tendo-se por isso utilizado os dados de tráfego fornecidos pela concessionária referentes a esse ano. Foram ainda consideradas todas as barreiras acústicas existentes e considerados os tipos de pavimento (camada de desgaste da via) existentes à data, com base em informação fornecida pela concessionária.

O modelo foi validado por comparação entre a realidade observada no trabalho de campo realizado (em junho de 2019) 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 num ponto recetor discreto, tendo a monitorização sido realizada no PV, com um mínimo de 48 horas em contínuo.

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

Da análise dos resultados conclui-se que a A10 não apresenta, na sua envolvente próxima, quaisquer fogos e população expostos a níveis de ruído provocados por esta GIT acima dos limites regulamentares definidos para zonas mistas ($L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A)). Tal deve-se ao facto de a autoestrada estar afastada dos principais núcleos urbanos dos concelhos que atravessa e de ter já implantado barreiras acústicas na proximidade de habitações.

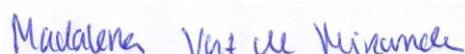
Um aspeto crucial para assegurar a eficácia e sustentabilidade das medidas de controle de ruído que venham a ser implantadas no futuro tem a ver com o planeamento e ordenamento do território ao

nível municipal, de modo a evitar o surgimento de novas zonas residenciais e outras com elevada sensibilidade acústica nas imediações desta fonte de ruído. De acordo com a legislação em vigor, a proteção dos recetores sensíveis na vizinhança de infraestruturas de transporte com licenciamento posterior às autoestradas não é da responsabilidade das concessionárias dessas infraestruturas rodoviárias. Com efeito, os municípios têm obrigação de impor restrições, quer ao nível dos planos, quer no licenciamento de usos sensíveis em zonas com níveis de ruído acima dos limites regulamentares. 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”.

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:

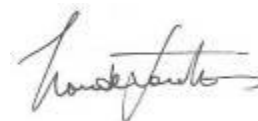
Madalena Vaz de Miranda

A handwritten signature in blue ink that reads 'Madalena Vaz de Miranda'.

Técnica 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 n.º 136-A/2019, de 6 de setembro;
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. 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.
5. Directiva Comunitária 2015/996 da Comissão, que estabelece métodos comuns de avaliação do ruído (Método CNOSSOS-EU);
6. Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído – Versão 3, publicadas pela APA em dezembro de 2011.
7. Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3, publicadas pela APA em dezembro de 2011.
8. Ramos Pinto, F., Guedes, M. & Leite, M. J., Projecto-Piloto de Demonstração de Mapas de Ruído – Escalas Municipal e Urbana, Instituto do Ambiente, 2004
9. Directrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias, DGA / DGOTDU, 2001.
10. Recomendações para Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros, DGA / DGOTDU, 2001.
11. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – “Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos”.
12. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – “Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 2: Recolha de dados relevantes para o uso do solo”.
13. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – “Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 3: “Aplicação aos limites do Ruído”.
14. Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente, Instituto do Ambiente, abril 2003.
15. 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.
16. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévission des niveaux sonores”, CETUR, 1980.
17. 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.
18. Wolfgang Probst, Implementation of the EU-directive on Environmental Noise Requirements for Calculation Software and Handling with CadnaA, 2003.
19. “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.

20. “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.
21. “Reabilitação de pavimentos - reabilitação das características de superfície para a diminuição do ruído pneu-pavimento.” Elisabete Freitas, Paulo Teixeira. Universidade do Minho.
22. “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.

ANEXOS

Anexo I – Mapas Estratégicos de Ruído (1:10 000)

BRISA

***Mapa Estratégico de Ruído da A10 –
Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3***

**Nota Técnica
Resposta ao Parecer da APA**

Referência do documento: 0948.1_21_DBW_MRIT_131_22-NT_APA_R2

Data do documento: Setembro 2022

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33 – Taguspark, 2780-920 Porto Salvo | Tel: +351 214228197

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

C.R.C. Lisboa - Cap. Social 187.500 Eur - Cont. n.º 513205993

ÍNDICE

1	INTRODUÇÃO E OBJETIVO	2
2	RESPOSTA AO PARECER DA APA.....	3
2.1	OPÇÕES DE CÁLCULO	3
2.2	CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO.....	4
2.3	MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO	4

BRISA

Mapa Estratégico de Ruído da A10 – Autoestrada Bucelas/Carregado/IC3

Nota Técnica

Resposta ao Parecer da APA

1 INTRODUÇÃO E OBJETIVO

A presente Nota Técnica tem como objetivo dar resposta ao ofício da APA ref.ª S042145-202206-DGA.DGAR, rececionado pela Brisa – Concessão Rodoviária, SA no dia 7/7/2022, contendo o respetivo Parecer sobre a conformidade do MER da A10 relativo ao 4.º ciclo de planeamento decorrente da aplicação do RAGRA.

Como referência, os elementos do referido MER foram entregues em Fevereiro de 2022.

São em seguida listadas e respondidas as várias questões colocadas no respetivo ofício.

2 RESPOSTA AO PARECER DA APA

2.1 OPÇÕES DE CÁLCULO

Opções gerais de cálculo:		
Raio máximo de busca	≥ 2 000 m	F - 1 500 m não justificado

- As opções gerais de cálculo de um mapa de ruído constituem, sempre, um compromisso entre precisão e tempo de cálculo. O raio máximo de busca define um círculo em torno de cada ponto recetor da malha de cálculo, de modo que apenas as fontes sonoras dentro deste círculo são consideradas no cálculo. A figura seguinte ilustra a situação para o caso simples de um troço reto de estrada:

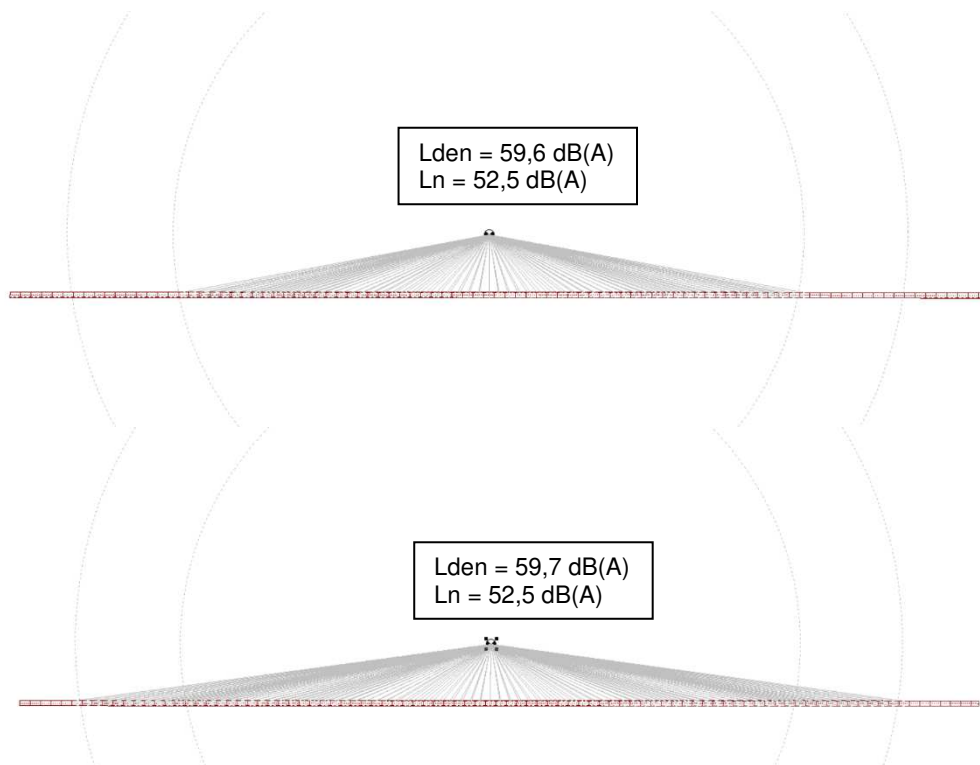


Figura 1 – Cálculo num recetor a 300 m da estrada com raio de busca 1500 m (acima) e 2000 m (abaixo).

- No caso particular de um MER de uma rodovia, com uma área de cálculo de 300 m para cada lado do eixo da via, qualquer recetor estará, no máximo, a 300 m do ponto mais próximo da via pelo que, na prática, a diferença de resultados entre um raio de busca de 1500 ou de 2000 m é negligenciável – testes realizados, como ilustrado acima, mostraram diferenças não superiores a 0,1 dB(A). Para recetores mais próximos da autoestrada a diferença será tendencialmente menor.

2.2 CÁLCULO DA EXPOSIÇÃO DA POPULAÇÃO

Cálculo da exposição da população ao ruído ambiente exterior	considerar o caso 1 do ponto 2.8 do CNOSSOS-EU (distribuição em intervalos regulares dos pontos de receção nas fachadas dos edifícios).	F - não referido
--	---	------------------

- Quanto a considerar o caso 1 do ponto 2.8 do CNOSSOS-EU, este foi efetivamente o caso considerado, por estarem disponíveis dados sobre o número de habitantes. Mais precisamente, trata-se do caso 1B: *Conhece-se o número de habitantes apenas para entidades maiores do que um edifício, por exemplo lados de quarteirões, quarteirões, bairros ou mesmo municípios inteiros.* Neste caso, estima-se o número de habitantes de um edifício com base no volume do edifício:

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

- Além disso, foi utilizada uma distribuição regular dos pontos de receção nas fachadas dos edifícios para calcular a exposição da população de acordo com o método CNOSSOS.

2.3 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Medidas de redução de ruído adotadas no passado	Indicar as medidas de redução de ruído adotadas no passado e incluídas na simulação; Indicar as datas de adoção das medidas constantes do último plano de ação.	F - indicar a localização (Km inicial e final) da barreira acústica instalada e respetiva data, no âmbito do Plano de Ação 2019-2024.
---	---	---

- Conforme solicitado, no quadro seguinte listam-se as barreiras acústicas instaladas na A10.

Quadro 1 – Lista de barreiras acústicas instaladas na A10.

AE	ID Barreira	Km Inicial	Km Final	Estado
A10 - Auto-Estrada Bucelas/Carregado/IC3	412	820	1058	Implementação anterior ao PA de 2013
A10 - Auto-Estrada Bucelas/Carregado/IC3	413	5858	6428	Implementação anterior ao PA de 2013
A10 - Auto-Estrada Bucelas/Carregado/IC3	414	6664	6916	Implementação anterior ao PA de 2013
A10 - Auto-Estrada Bucelas/Carregado/IC3	415	7307	7572	Implementação anterior ao PA de 2013
A10 - Auto-Estrada Bucelas/Carregado/IC3	416	8901	9190	Implementação anterior ao PA de 2013



O Responsável Técnico

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luís Conde Santos".

Luís Conde Santos
Diretor Técnico da dBwave.i