



**A6 – AUTO-ESTRADA MARATECA / CAIA  
SUBLANÇOS A2/A6/A13 / VENDAS NOVAS  
E  
ELVAS NASCENTE / CAIA / FRONTEIRA DO CAIA**

**MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO**

**2021**

**Setembro 2022**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>2. OBJECTIVO</b> .....	<b>4</b>
<b>3. LEGISLAÇÃO</b> .....	<b>4</b>
<b>4. DEFINIÇÕES</b> .....	<b>6</b>
<b>5. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO</b> .....	<b>8</b>
<b>6. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RÚIDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR</b> .....	<b>9</b>
<b>7. METODOLOGIA</b> .....	<b>10</b>
<b>8. CARATERIZAÇÃO</b> .....	<b>10</b>
8.1 Caracterização do edificado .....	10
8.2 Caraterização das fontes sonoras.....	11
8.2.1 Dados de Tráfego Rodoviário .....	11
8.3 Medições de validação do modelo.....	13
8.3.1 Instrumentação e localização das medições .....	13
8.3.2 Localização das medições .....	14
8.3.3 Dados obtidos .....	14
8.4 Dados sobre a população .....	15
<b>9. MODELO DE CÁLCULO</b> .....	<b>15</b>
9.1 Inputs no Programa de Cálculo Automático.....	15
9.2 Verificação da modelação obtida .....	17
9.3 Desenvolvimento dos cálculos .....	18
9.4 Validação do modelo de cálculo.....	19
9.5 Mapa Estratégico.....	19
9.5.1 Mapa de Níveis Sonoros.....	20
9.5.2 Mapa de Exposição ao Ruído .....	20
<b>10. SÍNTESE</b> .....	<b>22</b>
<b>11. BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>24</b>

**PEÇAS DESENHADAS**

Nº	Designação	Escala
A6_01	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 0+000 ao km 3+000	1/10 000
A6_02	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 3+000 ao km 6+000	1/10 000
A6_03	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 6+000 ao km 9+000	1/10 000
A6_04	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 9+000 ao km 12+000	1/10 000
A6_05	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 12+000 ao km 15+000	1/10 000
A6_06	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 15+000 ao km 18+000	1/10 000
A6_07	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 18+000 ao km 20+400	1/10 000
A6_08	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 151+800 ao km 155+000	1/10 000
A6_09	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 155+000 ao km 158+000	1/10 000
A6_10	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_{den}$ – km 158+000 ao km 158+800	1/10 000
A6_11	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 0+000 ao km 3+000	1/10 000
A6_12	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 3+000 ao km 6+000	1/10 000
A6_13	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 6+000 ao km 9+000	1/10 000
A6_14	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 9+000 ao km 12+000	1/10 000
A6_15	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 12+000 ao km 15+000	1/10 000
A6_16	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 15+000 ao km 18+000	1/10 000
A6_17	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 18+000 ao km 20+400	1/10 000
A6_18	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 151+800 ao km 155+000	1/10 000
A6_19	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 155+000 ao km 158+000	1/10 000
A6_20	Mapa de níveis sonoros – Indicador $L_n$ – km 158+000 ao km 158+800	1/10 000

**EQUIPA TÉCNICA**

João Riscado, Eng.º do Ambiente (FCT/UNL), Técnico Superior

Teresa Claro, Eng.ª do Território (IST), DFA em Eng.ª Acústica (IST), Técnico Superior

## 1. INTRODUÇÃO

O Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 136-A/2019, de 6 de setembro, estabelece um regime especial para a elaboração de mapas estratégicos de ruído, impondo a obrigação de recolha e de disponibilização de informação ao público relativa aos níveis de ruído ambiente, de acordo com critérios definidos ao nível comunitário, e a utilização de indicadores e métodos de avaliação harmonizados.

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. Para a elaboração do Mapa Estratégico de Ruído da A6 – Autoestrada Marateca / Caia – Sublanços A2/A6/A13 / Vendas Novas e Elvas Nascente / Caia / Fronteira do Caia, foi desenvolvido, com recurso ao software de previsão acústica CadnaA, um novo modelo acústico tridimensional da zona envolvente dos sublanços em apreço.

## 2. OBJECTIVO

O objetivo do presente estudo é elaborar o Mapa Estratégico de Ruído para a A6 – Autoestrada Marateca / Caia, relativo ao ano civil de 2021, cumprindo o estipulado no Decreto-Lei nº 136-A/2019, de 6 de setembro, que altera e republica o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho – o qual transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 2002/49/CE, de 25 de junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, e, as Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído publicadas pela Agência Portuguesa do Ambiente, em dezembro de 2011.

Neste contexto, procede-se à elaboração de Mapas Estratégicos de Ruído da via em título, reportados, tal como referido, ao ano civil de 2021, visando a análise do número estimado de pessoas numa determinada zona, expostos às diferentes classes de valores dos indicadores de ruído regulamentares ( $L_{den}$  e  $L_n$ ) bem como a área exposta a esses valores.

## 3. LEGISLAÇÃO

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, que aprova o Regulamento Geral do Ruído (RGR) e o Decreto-Lei nº 136-A/2019, de 6 de setembro, que altera e republica o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, que transpõe 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, determinam que compete às entidades gestoras ou concessionárias de infraestruturas de transporte rodoviário elaborar e rever os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação das grandes infraestruturas de transporte (GIT).

Conforme referido anteriormente o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, foi alterado e republicado pelo Decreto-Lei nº 136-A/2019, de 6 de setembro, pelo que, de ora em diante, por uma questão de simplificação, este quadro legal será referido como DL136-A/2019.

Para além do referido anteriormente e de acordo com o Decreto-Lei n.º 9/2007, retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto, é da competência dos municípios proceder à classificação acústica do território concelhio, tendo em consideração a sua ocupação.

Em função da ocupação, o território pode ser classificado acusticamente em zona sensível e zona mista, sendo que:

- Zonas Sensíveis são as áreas definidas 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;
- Zonas Mistas são áreas definidas 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.
- De acordo com a classificação acústica, encontram-se definidos no artigo 11º do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, os valores limite de exposição ao ruído para o indicador  $L_{den}$  e  $L_n$ :

	NÍVEIS SONOROS MÁXIMOS [dB(A)]	
	Indicador $L_{den}$	Indicador $L_n$
<b>Zona Sensíveis</b>	55	45
<b>Zonas Mistas</b>	65	55
<b>Zonas não Classificadas</b>	63	53

Quadro I - Níveis sonoros máximos admissíveis (Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro)

- De salientar, que o artigo 11º prevê ainda que zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data de entrada em vigor do novo RGR, uma grande infraestrutura de transporte (GIT), 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  $L_n$ .
- O artigo 11º do DL136-A/2019, define que a revisão, reavaliação e alteração dos mapas estratégicos de ruído devem ser feitas, pelo menos de cinco em cinco anos a contar da data de elaboração e envio à Agência Portuguesa do Ambiente (APA) ou, sempre que se verifique uma alteração significativa relativamente a fontes sonoras ou à expansão urbana com efeitos no ruído ambiente.
- De referir, ainda, que o artigo 6.º do Decreto-Lei n.º 9/2007, define ao nível do planeamento municipal, o

seguinte:

- 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.

#### 4. DEFINIÇÕES

- De seguida transcreve-se algumas definições constantes da legislação aplicável, pertinentes para o estudo em apreço:
- Fonte de ruído: a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;
- Grande infraestrutura de transporte rodoviário: o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional identificada como tal pela Estradas de Portugal, E. P. E., onde se verifique mais de três milhões de passagens de veículos por ano; «Indicador de ruído» o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;
- Indicador de ruído diurno-entardecer-noturno ( $L_{den}$ ): o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global;
- Indicador de ruído diurno ( $L_d$ ) ou ( $L_{day}$ ): 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;
- Indicador de ruído do entardecer ( $L_e$ ) ou ( $L_{evening}$ ): 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;
- Indicador de ruído noturno ( $L_n$ ) ou ( $L_{night}$ ): 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;

- 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;
- Mapa de ruído: o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);
- 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: o Período diurno — das 7 às 20 horas; o Período do entardecer — das 20 às 23 horas; o Período noturno — das 23 às 7 horas;
- Planeamento acústico: o controlo do ruído futuro, através da adoção de medidas programadas, tais como o ordenamento do território, a engenharia de sistemas para a gestão do tráfego, o planeamento da circulação e a redução do ruído por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo do ruído na fonte
- Planos de ação» os planos destinados a gerir o ruído no sentido de minimizar os problemas dele resultantes, nomeadamente pela redução do ruído;
- Ruído ambiente: 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-Leis 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 particular: o 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 mista: 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 sensível: 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.

## 5. ENQUADRAMENTO GEOGRÁFICO

A via rodoviária a estudar no âmbito do presente Mapa Estratégico de Ruído diz respeito à A6 – Autoestrada Marateca / Caia – Sublanços Nó A2/A6/A13 / Vendas Novas e Elvas Nascente / Caia / Fronteira do Caia, a qual se desenvolve no distrito de Évora, ao longo de vários concelhos e freguesias, sendo estes apresentados no Quadro II.

	Concelho atravessados	Freguesias intercetadas
<b>A6 – Autoestrada Marateca / Caia</b>	Vendas Novas	Landeira Vendas Novas
	Montemor-o-Novo	Cabrela
	Elvas	Caia, São Pedro e Alcáçova

Quadro II – Concelhos e freguesias atravessadas pelos sublanços em análise

Na figura seguinte identifica-se o traçado da A6 e os sublanços analisados no MER.

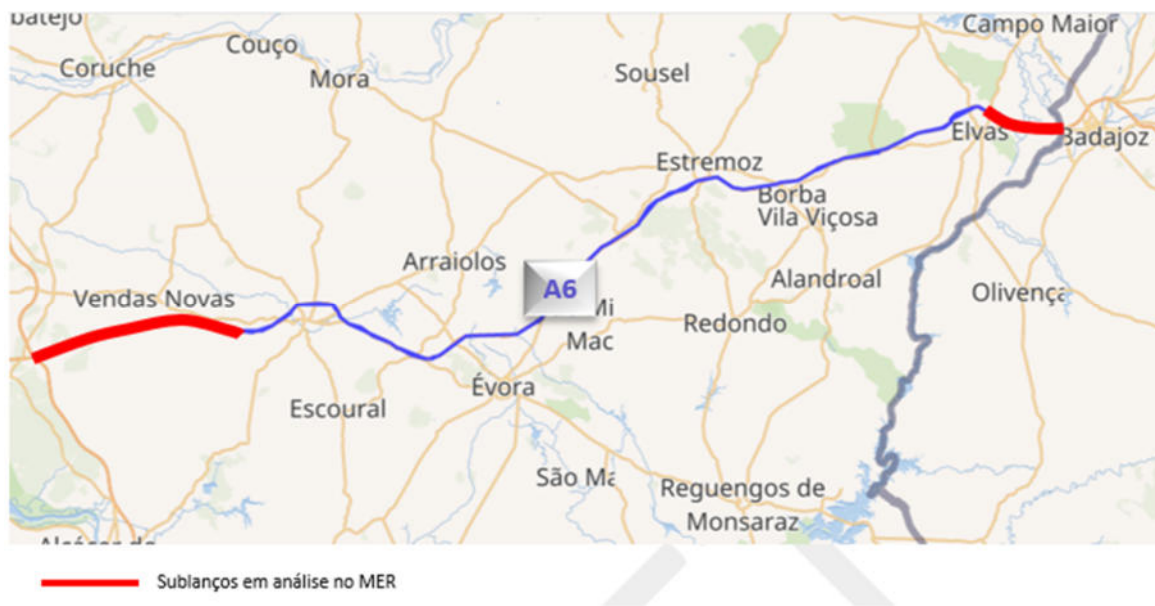


Figura 1 – Traçado da A6 – Autoestrada Marateca / Caia – Sublanços Nó A2/A6/A13 / Vendas Novas e Elvas Nascente / Caia / Fronteira do Caia

A zona envolvente à autoestrada A6 apresenta maioritariamente zonas de cariz rural, com habitação dispersa.



## 6. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR

Em termos de medidas de minimização, verifica-se que nos sublanços em apreço da A6 encontram-se instaladas as seguintes barreiras acústicas:

**Designação:** OEBAC-A6-157639-C-2

**Localização:** km 157+639 – 157+910

**Sentido:** Caia / Fronteira do Caia

**Altura:** 2,0 m

**Tipo:** Refletora

**Designação:** OEBAC-A6-157771-D-3

**Localização:** km 157+771 – 157+915

**Sentido:** Fronteira do Caia/ Caia

**Altura:** 2,0m

**Tipo:** Refletora

Referem-se de seguida alguns aspetos relevantes do Regulamento Geral do Ruído.

De acordo com o art.º 11, 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  $L_n$ .

O art.º 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 6, 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;

Ainda, os 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”.

## 7. METODOLOGIA

Conforme referido anteriormente, o presente estudo tem como objetivo a elaboração do mapa estratégico da A6, sendo que para tal primeiramente será efetuada uma caracterização do edificado presente na envolvente da referida via, bem como dos níveis sonoros existentes.

Seguidamente, e com recurso à cartografia fornecida pela Brisa Concessão Rodoviária, bem como aos dados de tráfego relativos ao ano de 2021, foi efetuado o input dos dados no programa de modelação CadnaA o qual permite desenvolver um modelo de cálculo da situação em análise.

Por forma a que o modelo de cálculo seja o mais válido e realista possível, foi efetuada uma verificação da modelação e correção de eventuais erros que possam surgir, bem como a sua validação por comparação entre os valores de ruído ambiente medidos in situ em contínuo durante 48h e os calculados pelo modelo.

Após a criação do modelo e a caracterização das fontes de ruído a considerar, procedeu-se ao desenvolvimento dos cálculos o qual permitem verificar os níveis sonoros existentes ao longo do corredor em análise.

Os resultados obtidos são representados através de mapas de níveis sonoros, calculados a uma altura de 4m, para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , os quais se reportam ao ano de 2021.

Adicionalmente foi estimado o número de residentes expostos a cada classe de níveis sonoros, para ambos os indicadores em avaliação ( $L_{den}$  e  $L_n$ ), bem como a área da zona envolvente à via (A6) que se encontra a cada classe de níveis sonoros.

## 8. CARATERIZAÇÃO

### 8.1 Caracterização do edificado

O corredor de 350m para cada lado do eixo da autoestrada em análise, apresenta características de cariz rural verificando-se a existência de recetores sensíveis, os quais consistem, maioritariamente, em habitações unifamiliares de 1 ou 2 pisos.

O início do sublanço Caia/Fronteira do Caia destaca-se dos restantes pois apresenta uma zona mais urbana, onde é possível identificar vários tipos de ocupação, nomeadamente habitacional, indústria/armazenagem, comércio e serviços.

Definem-se como recetores sensíveis, os edifícios habitacionais, escolares, hospitalares ou similares ou espaços de lazer, com utilização humana, passíveis de serem afetados negativamente pela implementação do projeto.

A caracterização da altura do edificado foi efetuada recorrendo à cota de topo do edificado e a cota de base do mesmo, a qual foi obtida através da análise em planta da cota ou curva de nível mais próxima. Estes elementos constituíram um dos dados de entrada no software de cálculo.

## **8.2 Caracterização das fontes sonoras**

Para efeitos de contabilização no modelo de cálculo foi considerada a fonte de ruído associada ao tráfego rodoviário.

### **8.2.1 Dados de Tráfego Rodoviário**

Para caracterizar o tráfego rodoviário da A6 – Autoestrada Marateca / Caia, considerou-se dados de tráfego fornecidos pela Brisa Concessão Rodoviária, correspondente ao ano de 2021, que permitem determinar o número de veículos na secção corrente da autoestrada, para os sublanços em estudo em cada um dos períodos de referência.

Nos quadros seguintes apresenta-se, por período de referência, os dados de tráfego considerados no modelo para os sublanços em análise da A6 – Autoestrada Marateca / Caia. Não se apresenta a categoria 4b pois o valor é nulo.

	Sublção	Período Diurno					Período do Entardecer					Período Noturno				
		TMH (veic./h)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4a	TMH (veic./h)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4a	TMH (veic./h)	Cat. 1	Cat. 2	Cat. 3	Cat. 4a
A6 – Autoestrada	A2/A6/A13 - Vendas Novas	531	376	107	47	1	322	239	57	26	1	71	31	25	14	0
	Elvas Nascente - Caia	554	404	142	5	3	287	196	88	2	1	107	53	53	1	0
	Caia - Fronteira do Caia	555	407	140	6	3	285	195	88	2	1	107	54	52	1	0

Quadro III – Dados de tráfego da A6 – Autoestrada Marateca / Caia

No que diz respeito à velocidade de circulação e ao tipo de pavimento considerado em cada sublanço, este foi o seguinte:

	Sublanço	Velocidade (km/h)		Tipo de pavimento	Pavimento CNOSSOS
		Ligeiros	Pesados		
<b>A6 – Autoestrada Marateca / Caia</b>	A2/A6/A13 - Vendas Novas	120	80	BBrug	CNS-05
	Elvas Nascente - Caia	120	80	SMA	CNS-02
	Caia - Fronteira do Caia	120	80	SMA	CNS-02

Quadro IV – Tipo de pavimento nos sublanços em análise da A6 – Autoestrada Marateca / Caia

De forma a caracterizar a via, de acordo com a realidade existente, teve-se em conta a velocidade, o tipo de pavimento, o perfil longitudinal da via e a fluidez do tráfego.

Considerou-se, ainda, que o tráfego se distribui, igualmente, pelos dois sentidos, ou seja, o número de veículos em cada via resulta da divisão do n.º total de veículos em cada sublanço.

Em alguns troços foi necessário proceder a ajustes altimétricos, essencialmente nos nós rodoviários e nos viadutos, de modo a obter uma melhor correspondência do modelo com a realidade.

### **8.3 Medições de validação do modelo**

As medições para efeitos de validação do modelo seguiram as especificações das Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2011), e no Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente, da Agência Portuguesa do Ambiente (2020), sendo os resultados interpretados de acordo com os limites estabelecidos no Regulamento Geral do Ruído, Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.

#### **8.3.1 Instrumentação e localização das medições**

As medições de ruído foram realizadas em locais com influência predominante do ruído proveniente da autoestrada, com recurso a equipamento de medição e ensaio adequado, nomeadamente, o sonómetro analisador, de classe de precisão 1, marca Norsonic AS, Modelo Nor145, n.º de série 14529501 e respetivo calibrador acústico Norsonic.

As medições foram efetuadas em contínuo, com uma duração mínima de 48h em cada ponto.

Previamente ao início das medições, foi verificado o bom funcionamento do sonómetro, bem como os respetivos parâmetros de configuração. No início e no final de cada série de medições procedeu-se à calibração do sonómetro. O valor obtido no final do conjunto de medições não diferiu do inicial mais do que 0,5 dB(A).

Foi monitorizado o parâmetro  $L_{Aeq}$  (nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A), de acordo com o estipulado no Regulamento Geral de Ruído, Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro. O microfone foi equipado com protetor de vento de forma a diminuir o efeito do ruído aerodinâmico do vento.

### 8.3.2 Localização das medições

Foram efetuadas medições em 4 pontos na envolvente dos sublanços em apreço da A6 – Autoestrada Marateca / Caia. No quadro seguinte apresenta-se as coordenadas dos pontos de medição.

	Sublanço	Medição	Latitude	Longitude
<b>A6 – Autoestrada Marateca / Caia</b>	A2/A6/A13 - Vendas Novas	M1	38°36'43.48"N	8°37'11.31"W
		M2	38°38'19.78"N	8°29'20.85"W
	Elvas Nascente - Caia	M3	38°53'20.10"N	7° 5'58.13"W
	Caia - Fronteira do Caia	M4	38°52'58.99"N	7° 2'34.77"W

Quadro V – Localização dos pontos de medição - Coordenadas

### 8.3.3 Dados obtidos

De acordo com norma NP 1996 (2011) – Acústica: Determinação, medição e avaliação do ruído ambiente, para a avaliação global dos resultados obtidos nas medições de ruído, realizadas em dias distintos, deve ser efetuado o cálculo da média logarítmica das medições realizadas, de modo a obter o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A,  $L_{Aeq,T}$ , através da seguinte expressão:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{(L_{Aeq,t})_i / 10} \right]$$

em que,

n – número de medições;

$(L_{Aeq,t})_i$  – Valor do nível sonoro correspondente à medição i.

Os resultados (médios) das medições de ruído ambiente no exterior, a 4 metros de altura, são apresentados no quadro seguinte.

	Sublanço	Medição	$L_{den}$	$L_n$
<b>A6 – Autoestrada Marateca / Caia</b>	A2/A6/A13 - Vendas Novas	M1	63	54
		M2	63	53
	Elvas Nascente - Caia	M3	65	56
	Caia - Fronteira do Caia	M4	66	58

Quadro VI – Resultados das medições de ruído

#### 8.4 Dados sobre a população

A avaliação da população exposta a cada classe de Leq, em dB(A), foi efetuada considerando os dados da população residente, por subsecção estatística, relativos ao Censos 2011, e o edificado de uso habitacional, ou misto em que apenas o piso térreo possui uso habitacional.

A distribuição da população residente pelo edificado com as características anteriormente referidas foi efetuada recorrendo ao algoritmo em função da volumetria do edificado.

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

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.

## 9. MODELO DE CÁLCULO

### 9.1 Inputs no Programa de Cálculo Automático

Para elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído, foi utilizado o software CadnaA. A modelação matemática constitui, por excelência, a ferramenta de suporte em previsão e é desejável na perspectiva de obtenção de resultados e bases de trabalho dinâmicas.

O referido software permite a determinação de todos os “caminhos sonoros” entre as diferentes fontes e os diferentes recetores, integrando os parâmetros com influência, nomeadamente a topografia, os obstáculos, o tipo de solo e as condições atmosféricas predominantes, e permitindo a análise individual dos níveis sonoros, mediante seleção de recetores específicos, ou a análise global, mediante a produção de mapas de ruído.

O método de cálculo utilizado, tendo em conta as principais fontes de ruído identificadas, foi:

- Tráfego Rodoviário: CNOSSOS

Este está de acordo com a Diretiva 2015/996 e constitui-se como um método comum a ser utilizado por todos os Estados Membros.

Neste método, cada veículo é representado por uma fonte pontual única, localizada 0,05 m acima da superfície da via de tráfego (fonte linear), que irradia uniformemente para o semiespaço  $2\pi$  acima do piso.

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:

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

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:

Categoria	Nome	Descrição	Categoria de veículo na homologação CE de veículos completos <sup>(1)</sup>
1	Veículos a motor ligeiros	Automóveis, furgonetas ≤ 3,5 t, SUV <sup>(2)</sup> , MPV <sup>(3)</sup> , 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).

Quadro VII – Classes de veículos definidas no CNOSSOS-EU

O método CNOSSOS-EU considera duas fontes de ruído rodoviário, a saber:

- 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.

Assim sendo, e no que diz respeito aos dados de input no modelo de cálculo considerou-se dois tipos diferentes, nomeadamente, os dados geométricos e as fontes sonoras.

Os dados geométricos consistem em elementos cartográficos a partir dos quais se podem definir os objetos que representam a realidade, ou seja, são dados como a fisiografia da área em análise, a ocupação do solo, as vias rodoviárias, edificações existentes, barreiras naturais ou artificiais (ex: muros ou barreiras acústicas), entre outros.



Neste sentido, foram considerados:

- Cartografia altimétrica e planimétrica da área em análise, em formato digital, contendo os arruamentos e o contorno dos edifícios;
- Caracterização dos edifícios, a qual consiste na definição da cota de base e de topo.

A cartografia foi disponibilizada e para a modelação do terreno foram utilizadas curvas de nível cotadas de 5 em 5 metros, abrangendo a totalidade de uma faixa de 350 metros para cada um dos lados do eixo da via.

Relativamente à descrição das fontes a incluir no Mapa de Ruído foram considerados como inputs no modelo de cálculo os seguintes dados:

- Caracterização do tráfego rodoviário na via considerada no Mapa de Ruído, nomeadamente, n.º de veículos/hora, por classe, nos períodos diurno, entardecer e noturno, velocidade média de circulação, tipo de pavimento existente, tipo de via (largura, existência de passeios, bermas, tipo de tráfego existente em fluido ou interrompido);

O input dos dados geométricos no software de cálculo de modo a originar um modelo válido foi efetuado através da importação direta destes elementos em formato CAD, os quais estavam organizados em várias “layers” diferenciadas.

Todo o edificado existente na área em análise foi inserido no modelo, assim como todas as barreiras e obstáculos relevantes para o estudo.

## 9.2 Verificação da modelação obtida

De modo a evitar modelações da realidade deficientes ou que apresentem erros foram efetuadas várias verificações geométricas da modelação obtida.

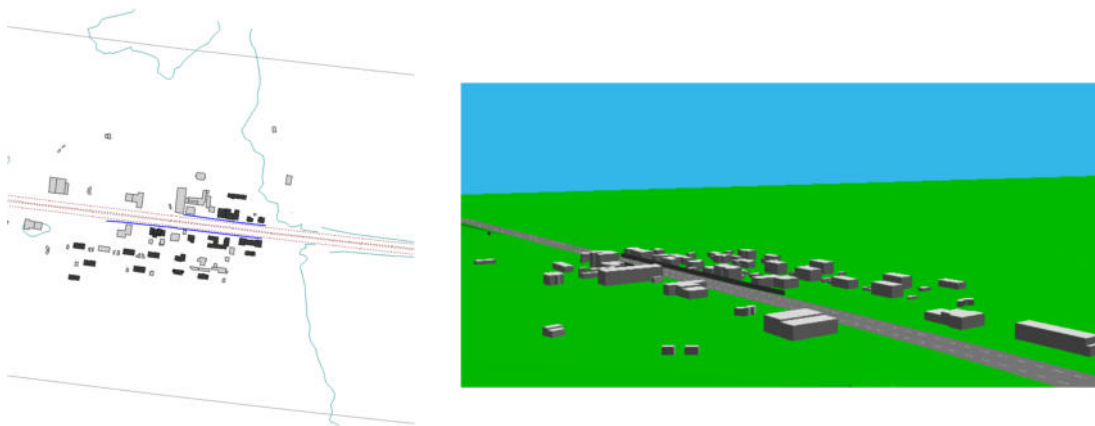


Figura 2 – Exemplo de visualização do modelo criado

Estas verificações foram efetuadas através da criação de modelos tridimensionais de modo a verificar a existência ou não de erros no modelo de cálculo. Nos casos onde se verificou a existência desses erros, normalmente decorrentes de pontos mal cotados ou informação mal introduzida, procedeu-se à sua correção.

### 9.3 Desenvolvimento dos cálculos

No desenvolvimento dos cálculos, utilizou-se um software específico para a simulação dos níveis de ruído, o programa CadnaA. O algoritmo utilizado neste programa baseia-se na análise acústica dos caminhos de propagação entre fontes e recetores e estes caminhos são representados por raios os quais são direcionados, difratados, refletidos (pelo solo ou por elementos verticais) ou resultam da combinação destes dois últimos fatores.

Para o cálculo do mapa de ruído foi utilizada uma malha equidistante de pontos de cálculo, sendo que para cada um dos referidos pontos, o modelo calcula os níveis de ruído considerando a contribuição das fontes sonoras existentes consideradas na envolvente.

A atenuação acústica entre a fonte e o recetor é calculada em função das alturas da fonte, dos recetores e de todos os segmentos topográficos que cortam a onda.

As leis analíticas utilizadas no cálculo são: a divergência geométrica, a absorção pelo ar, o efeito do solo, a absorção pelas paredes, a difração pelas barreiras e o relevo.

O referido programa para o ruído de tráfego rodoviário tem em consideração os métodos comuns de avaliação do ruído na Europa (CNOSSOS-EU), conforme estabelecido na Diretiva (EU) 2015/996.

Para o desenvolvimento dos cálculos do mapa de ruído foi definida uma malha de cálculo regular de pontos recetores, com 5 m por 5 m, a 4 m de altura do solo.

Os parâmetros de cálculo adotados para o desenvolvimento de cálculos que está na base da elaboração do mapa de ruído, são sintetizados no Quadro VIII:

Parametrização de Cálculo			
Geral	Software e versão utilizada	CadnaA 2020	-
	Máximo raio de busca	1 500	(m)
	Ordem de reflexão	2	(un)
	Erro máximo definido para o cálculo	0,5	(dB)
	Métodos/normas de cálculo	CNOSSOS-EU	-
	Absorção do solo	G = 0,70 G = 0 na estrada	(un)
Meteorologia	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/noturno	50 / 75 / 100	(%)

Parametrização de Cálculo			
Mapa de Ruído	Malha de cálculo	10 x 10	(m)
	Tipo de malha de cálculo (fixa/variável)	Fixa	-
	Altura ao solo	4	(m)
Avaliação de ruído nas fachadas / população exposta	Distância receptor-fachada	0,05	(m)
	Distância mínima recetor-refletor	3,5	(m)
	Altura dos recetores de fachada	4	(m)
	Tipo de nível de ruído atribuído ao edifício (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	

Quadro VIII – Parametrização de cálculo

#### 9.4 Validação do modelo de cálculo

Calculada a 1ª versão do mapa de ruído, foi efetuada uma análise dos resultados tendo em conta as características do ruído estimadas em certos pontos e comparados com os valores obtidos nas medições de ruído.

Esta fase de análise de resultados é importante porque permite criar um modelo válido e representativo.

No Quadro IX são apresentados os valores obtidos no modelo, bem como a respetiva comparação com os valores obtidos nas medições de ruído realizadas.

Pontos	Indicadores de Longa Duração [dB(A)]					
	Valores Medidos		Valores Simulados		Diferença (Valores Medidos – simulados)	
	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>	L <sub>den</sub>	L <sub>n</sub>
M1	63	54	64	55	-1	-1
M2	63	53	62	53	+1	0
M3	65	56	65	57	0	-1
M4	66	58	65	57	+1	+1

Quadro IX – Valores obtidos nas medições de ruído e valores simulados

O modelo criado apresenta diferenças de valores simulados vs. medidos inferiores a 2 dB(A), pelo que se considera que o modelo se encontra validado.

#### 9.5 Mapa Estratégico

De acordo com o estipulado no artigo 7º do Decreto-Lei nº 136-A/2019, de 6 de setembro, os mapas estratégicos de ruído são compostos por uma compilação de dados sobre uma situação de ruído existente ou prevista em termos

de um indicador de ruído ( $L_{den}$  e  $L_n$ ) demonstrando a ultrapassagem de qualquer valor limite em vigor, o número estimado de pessoas afetadas e de habitações expostas a determinados valores de um indicador de ruído em determinada zona.

#### 9.5.1 Mapa de Níveis Sonoros

Os mapas de níveis sonoros traduzem os valores de exposição ao ruído ambiente exterior, referentes ao ano de 2021, nas proximidades da via, expresso pelos indicadores ao ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ , em classes de 5 dB(A) e em toda a extensão em análise.

As linhas isofónicas que constituem o mapa de ruído representam isolinhas de igual nível sonoro contínuo equivalente expressas em dB(A), as quais estão de acordo com as indicações do documento “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, dezembro 2011, da APA, possibilitando assim uma visualização rápida do efeito global do ruído. O cálculo destas linhas isofónicas foi efetuado para uma altura de 4 m (de acordo com o especificado na Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002, relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente e no Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro).

Nos desenhos dos mapas de níveis sonoros é possível identificar as zonas consideradas como mais ruidosas nas proximidades da via da A6 e conseqüentemente, as áreas onde existem recetores sensíveis que estão expostos a níveis sonoros que excedem os limites regulamentares, de acordo com o art.º 11.º - Valores Limite de Exposição - do Decreto-Lei n.º 9/2007.

Nas Peças Desenhadas são apresentados os Mapas de níveis sonoros da A6 – Autoestrada Marateca / Caia para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , à escala 1/10 000.

#### 9.5.2 Mapa de Exposição ao Ruído

O cálculo da população exposta ao ruído proveniente da via em análise (A6) teve como base os dados da população residente (ano 2011), por subsecção estatística, disponibilizados pelo INE.

Com recurso ao programa de cálculo CadnaA foram calculados os níveis sonoros incidentes nas fachadas dos edifícios e associados ao edifício o nível sonoro incidente mais elevado, ou seja, o nível sonoro de ruído incidente na fachada mais exposta ao ruído proveniente da via em apreço. A população residente em cada edifício foi alocada à classe a que cada edifício está associado, sendo, assim, possível a determinação da população exposta a diferentes valores de ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ .

No Quadro X é apresenta-se uma estimativa do número de pessoas (em centenas) expostas a cada classe de valores do nível de ruído para o indicador de ruído  $L_{den}$ .

NÍVEL SONORO dB(A)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS TOTAL (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS NO CONCELHO DE VENDAS NOVAS (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS NO CONCELHO DE MONTE MOR O NOVO (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS NO CONCELHO DE ELVAS (CENTENAS)
55 < L <sub>den</sub> ≤ 60	< 1	0	0	< 1
60 < L <sub>den</sub> ≤ 65	0	0	0	0
65 < L <sub>den</sub> ≤ 70	0	0	0	0
70 < L <sub>den</sub> ≤ 75	0	0	0	0
L <sub>den</sub> ≥ 75	0	0	0	0

Quadro X – Residentes expostos por classe de níveis sonoros - Indicador L<sub>den</sub>

No Quadro X é apresentada-se uma estimativa do número de pessoas (em centenas) expostas a cada classe de valores do nível de ruído para o indicador de ruído L<sub>n</sub>.

NÍVEL SONORO dB(A)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS TOTAL (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS NO CONCELHO DE VENDAS NOVAS (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS NO CONCELHO DE MONTE MOR O NOVO (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS NO CONCELHO DE ELVAS (CENTENAS)
45 < L <sub>n</sub> ≤ 50	< 1	0	0	< 1
50 < L <sub>n</sub> ≤ 55	< 1	0	0	< 1
55 < L <sub>n</sub> ≤ 60	0	0	0	0
60 < L <sub>n</sub> ≤ 65	0	0	0	0
65 < L <sub>n</sub> ≤ 70	0	0	0	0
L <sub>n</sub> ≥ 70	0	0	0	0

Quadro XI – Residentes expostos por classe de níveis sonoros - Indicador L<sub>n</sub>

No Quadro XII é apresentado a área total (em km<sup>2</sup>) e o número estimado de habitações e de pessoas (em centenas) expostas a cada classe de valores do nível de ruído usando o indicador de ruído L<sub>den</sub>.

Nível Sonoro dB(A)	ÁREA TOTAL (KM <sup>2</sup> )	Nº ESTIMADO DE HABITAÇÕES (CENTENAS)	Nº ESTIMADO DE PESSOAS (CENTENAS)
L <sub>den</sub> > 55	8,93	< 1	< 1
L <sub>den</sub> > 65	2,16	0	0
L <sub>den</sub> > 75	0,04	0	0

Quadro XII – Área total, n.º estimado de habitações e pessoas – Indicador L<sub>den</sub>

De acordo com os Quadros X e XI, estima-se em cerca de 0 centenas o número de pessoas expostas a valores de  $L_{den}$ , superiores a 65 dB(A) e a valores  $L_n$  superiores a 55 dB(A) (limites aplicáveis a “zonas mistas”).

O Quadro XII complementa a informação anterior, identificando a área da zona envolvente à via em estudo, em  $km^2$ , que se encontra exposta a valores  $L_{den}$  acima dos limites regulamentares aplicáveis a zonas mistas.

## **10. SÍNTESE**

Os mapas de níveis sonoros traduzem os valores de exposição ao ruído ambiente exterior, referentes ao ano de 2021, nas proximidades da via, expresso pelos indicadores ao ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ , em classes de 5 dB(A) e em toda a extensão em análise.

Para a elaboração do Mapa Estratégico de Ruído da A6 – Autoestrada Marateca / Caia – Sublanços A2/A6/A13 / Vendas Novas e Elvas Nascente / Caia / Fronteira do Caia foi necessário caracterizar todo o edificado presente numa faixa de cerca de 350 m para cada lado do eixo da via dos sublanços em análise.

O programa de cálculo automático utilizado foi o CadnaA V. 2020, desenvolvido pela empresa alemã Datakustik GmbH, que cumpre integralmente os requisitos recomendados pela Diretiva Comunitária (2002/49/CE), permitiu originar um modelo válido.

Por forma a validar o modelo desenvolvido, foi efetuada uma análise comparativa dos valores obtidos nas medições de ruído e os valores simulados, tendo-se verificado que o modelo obtido, através do programa de cálculo automático, encontrava-se calibrado e obteve-se, assim, a versão final do Mapa Estratégico de Ruído da A6 – Autoestrada Marateca / Caia – Sublanços A2/A6/A13 / Vendas Novas e Elvas Nascente / Caia / Fronteira do Caia.

Estimada a população exposta às diferentes classes de níveis de ruído, não se verifica a existência de residentes expostos a valores superiores ao permitido por lei para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , respetivamente (zonas mistas).

A elaboração deste diagnóstico acústico, permite assim verificar que não existem situações onde será necessário atuar por forma a permitir a melhoria do ambiente acústico existente na zona envolvente da via. Por conseguinte, não se justifica que seja encetada a fase subsequente de elaboração de Plano de Ação para os sublanços objeto do presente estudo.

Com o objetivo de assegurar a eficácia e sustentabilidade das medidas de controle de ruído, é fundamentar atuar ao nível do 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”.

O presente Mapa Estratégicos de Ruído poderá ter um papel relevante nesse aspeto, já que, a apresentação da distribuição espacial do ruído em redor da A6 – Autoestrada Marateca / Caia, pode apoiar os decisores municipais na elaboração dos seus planos, bem como ao nível dos licenciamentos. É de referir ainda que, no âmbito do DL n.º 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.

Lisboa, 29 de setembro de 2022

## 11. BIBLIOGRAFIA

- Agência Portuguesa do Ambiente – Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 3). 2011.
- Agência Portuguesa do Ambiente – Guia prático para medições de ruído ambiente. 2020.
- Agência Portuguesa do Ambiente – Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (Versão 3). 2011.
- Diário da República Portuguesa – Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março.
- Diário da República Portuguesa - Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de agosto.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
- Diretiva Comunitária 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente, de 25 de Junho de 2002;
- Dowling, A.P.; Williams, J. E. Ffowcs – Sound and Sources of Sound. New York: Ellis Horwood Limited, ISBN 0-85312-527-9, 1983.
- European Commission – Research Directorate-General – Research for a Quieter Europe 2020. 2007.
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. - «Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure», 2006, 2.ª ed.;
- Instituto do Ambiente – Projecto-piloto de Demonstração de Mapas de Ruído - Escalas Municipal e Urbana. 2004.
- NP 1996-1 – Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação. 2011.
- NP 1996-2 – Acústica; Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente; Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente. 2011.





BLINKNOW

## **PEÇAS DESENHADAS**