

PONTE VASCO DA GAMA

C	29/10/2024	dBwave.i	JLR	FS	1ª Revisão
B	29/10/2024	dBwave.i	JLR	FS	Alterações conforme parecer APA
A	29/12/2023	dBwave.i	JLR	FS	Primeira Emissão
	<i>DATA</i>	<i>PREP.</i>	<i>VERIF.</i>	<i>APROV.</i>	<i>DESCRIÇÃO</i>
	<i>DATE</i>	<i>PREP.</i>	<i>CHK.</i>	<i>APPROV.</i>	<i>DESCRIPTION</i>



PONTE VASCO DA GAMA

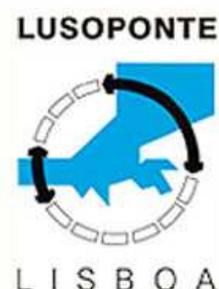
Mapa Estratégico de Ruído

4º Ciclo

NÚMERO DO DOCUMENTO
DOCUMENT NUMBER

B K 0 0 / 1 2 E 2 8 . 0 0 3 4 C

Mapa Estratégico de Ruído da Ponte Vasco da Gama



Memória Descritiva

Revisão 1

Referência do relatório: 0043.1/23DBW_MRIT0195/24/Rev1

Data do relatório: Outubro 2024

Nº. total de páginas (excluindo anexos): 54

Mod. 60-05.03

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício D – Taguspark, 2740-120 Porto Salvo | Tel: +351 214228950
PORTO (sede): Rua do Mirante 258, 4415-491 Grijó
C.R.C. V. N. de Gaia - Cap. Social 187.500 Eur - Cont. n.º 513205993

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. OBJETIVO E ÂMBITO DO TRABALHO	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	8
3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO	9
4. DESCRIÇÃO DO PROJETO	11
4.1. DESCRIÇÃO GERAL DA PONTE VASCO DA GAMA	11
4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO	11
4.1.2. VOLUME E TIPOLOGIA DE TRÁFEGO	14
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	18
4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO	18
4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE	19
4.3. PROGRAMAS DE CONTROLE DE RUÍDO EXECUTADOS E MEDIDAS EM VIGOR	22
5. METODOLOGIA	24
5.1. INTRODUÇÃO	24
5.2. INDICADORES DE RUÍDO	24
5.3. MÉTODOS DE CÁLCULO	25
5.3.1. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU	25
5.3.2. PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO	27
5.4. DADOS DE BASE	29
5.4.1. DADOS DE BASE CARTOGRÁFICOS	29
5.4.2. DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL	32
5.4.3. DADOS DE BASE METEOROLÓGICOS	32
5.4.4. DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO	32
5.4.5. DADOS SOBRE A POPULAÇÃO E USO DO SOLO	32
5.5. PROCEDIMENTO TÉCNICO DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	34
5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS	34
5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS	36
5.5.3. CALIBRAÇÃO E VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	37
5.5.4. CÁLCULO DOS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	42
5.5.5. IMPRESSÃO FINAL DOS MAPAS	42
6. RESULTADOS	43
6.1. INTRODUÇÃO	43
6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO	44
6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS	44
6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA	46
7. CONCLUSÕES	51
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53
• ANEXO I – MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO (1:10000)	

Mapa Estratégico de Ruído da Ponte Vasco da Gama

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projeto	Mapa Estratégico de Ruído da Ponte Vasco da Gama
Cliente	LUSOPONTE - Concessionária para a Travessia do Tejo S.A.
Morada	Praça da Portagem - Vale Salgueiro 2870-092 Montijo
Localização do projeto	Ponte Vasco da Gama, entre Lisboa e Alcochete
Fonte(s) do ruído particular	Tráfego rodoviário
Data dos trabalhos de campo	Entre 30/10/2023 e 01/11/2023
Data de emissão	Outubro 2024

Este Relatório é uma revisão do relatório de Fevereiro de 2024, dando resposta ao ofício da APA ref.^a S017355-202403-DGA.DGAR

Equipa Técnica

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Eletrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Diretor Técnico.
- Jorge Preto, Eng. do Território (IST), Pós-Graduação em SIG (Geopoint) – Técnico Superior.
- Filipe Pinto, Técnico do Laboratório de Ruído e Vibrações da dBwave.i.
- João Pinto, Técnico do Laboratório de Ruído e Vibrações da dBwave.i.

1. INTRODUÇÃO

A Ponte Vasco da Gama é uma ponte sobre o estuário do rio Tejo, na área da Grande Lisboa, que liga os concelhos de Alcochete e Montijo aos concelhos de Lisboa e Loures. Com os seus 12,3 km de comprimento (que se dividem em 0,8 km de ponte principal e 11,5 km de viadutos) é a segunda mais longa da Europa e uma das mais extensas do mundo. A ponte, servida por 4,8 km de acessos dedicados (0,9 km para norte e 3,9 km para sul), foi construída para criar uma alternativa à congestionada Ponte 25 de Abril e para evitar que o trânsito que se desloca entre o norte e o sul de Portugal atravessasse o interior de Lisboa. A construção iniciou-se em fevereiro de 1995 e terminou três anos depois. Na altura, foi necessário tomar especiais cuidados com o impacto ambiental, visto que a ponte atravessa a ZPE – Zona de Proteção Especial, junto à reserva Natural do Estuário do Tejo, uma importante área à escala europeia de alimentação e nidificação de aves aquáticas. A Ponte Vasco da Gama foi inaugurada em 29 de março de 1998, dois meses antes da abertura da Exposição Mundial de Lisboa e está concessionada à Lusoponte, Concessionária para a Travessia do Tejo, S.A.

De acordo com o Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho na sua atual redação, 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, é necessário elaborar e rever os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação das *Grandes Infraestruturas de Transporte* (GIT), nomeadamente no que respeita ao tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo (n.º 1 do artigo 4.º).

De acordo com a lista de GIT rodoviárias constante da página da APA, a Ponte Vasco da Gama enquadra-se neste conceito, de acordo com o quadro seguinte:

Quadro 1-1 – Extrato da lista de GIT rodoviárias

Designação da rodovia		Código	Volume tráfego anual (2019)	Extensão (m)	Concessionária
A12/IP1	Ponte Vasco da Gama	PT_a_rd00170	25.063.090	16829	Lusoponte Concessionária para a Travessia do Tejo, S.A.

O presente estudo reporta-se à 4ª fase de implementação da referida Diretiva e incide nos troços rodoviários que integram a infraestrutura da Ponte Vasco da Gama com edificações na sua vizinhança, ou seja:

- Acesso Norte - Nós de Sacavém e da Portela (1,430 km)
- Viaduto Norte (0,516 km)
- Viaduto Expo (0,672 km)
- Ponte Principal – parte (0,350 km)
- Viaduto Central (excluído)
- Viaduto Sul – parte (0,450 km)
- Acesso Sul e Nó Sul (3,860 km)

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 a Ponte Vasco da Gama, abrangendo os vários troços rodoviários que a integram.

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

- *Decreto-lei n.º 136-A/2019*, de 6 de setembro, que transpõe a *Diretiva (UE) 2015/996* e que procede à primeira alteração ao *Decreto-lei n.º 146/2006*, de 31 de julho;
- *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 - Método CNOSSOS-EU - versão 2 - Novembro 2023*.
- Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído - Versão 9 (17/11/2023)

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 Mapas Estratégicos de Ruído e respetivos Planos de Ação consiste no *Decreto-lei n.º 146/2006*, de 31 de Julho, com a *Declaração de Retificação n.º 57/2006*, de 31 de Agosto (que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva n.º 2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão de ruído ambiental) e *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 verifiquem mais de três milhões de passagens de veículos por ano.

Mapa estratégico de ruído: um mapa para fins de avaliação global da exposição ao ruído ambiente exterior, em determinada zona, devido a várias fontes de ruído, ou para fins de estabelecimento de previsões globais para essa zona.

Planeamento acústico: o controlo do ruído futuro, através da adoção de medidas programadas, tais como o ordenamento do território, a engenharia de sistemas para a gestão do tráfego, o planeamento da circulação e a redução do ruído por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo do ruído na fonte.

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

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

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

Ruído ambiente (DL 9/2007): ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado.

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

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

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

Zona tranquila de uma aglomeração (DL 146/2006): uma zona delimitada pela câmara municipal, no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de

ordenamento do território, que está exposta a um valor de L_{den} igual ou inferior a 55 dB(A) e de L_n igual ou inferior a 45 dB(A), como resultado de todas as fontes de ruído existentes.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Período de referência: o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos:

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

L_{Aeq} , nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, de um ruído e num intervalo de tempo: nível sonoro, em dB(A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído

referido naquele intervalo de tempo, em que $L(t)$ é o valor instantâneo do nível sonoro em dB(A) e T o período de tempo considerado.

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

3.2. AVALIAÇÃO DOS INDICADORES

De acordo com o D.L. n.º 146/2006:

- A unidade um ano corresponde a um período com a duração de um ano no que se refere à emissão sonora e a um ano médio no que diz respeito às condições meteorológicas.
- Nos casos em que existam superfícies refletoras (por exemplo, fachadas) é considerado o som incidente, o que significa que se despreza o acréscimo de nível sonoro devido à reflexão que aí ocorre (regra geral, isso implica uma correção de – 3 dB(A) em caso de medição a menos de 3,5 m da referida superfície).
- A altura do ponto de avaliação dos indicadores depende da respetiva aplicação:
 - Em caso de cálculo para fins da elaboração de mapas estratégicos de ruído relativamente à exposição ao ruído na proximidade dos edifícios, os pontos de avaliação são fixados a uma altura de 4 m±0,2 m (de 3,8 m a 4,2 m) acima do solo e na fachada mais exposta: para este efeito, a fachada mais exposta é a parede exterior em frente da fonte sonora específica e mais próxima da mesma. Para outros fins, podem ser feitas outras escolhas;
 - Em caso de medição para fins da elaboração de mapas estratégicos de ruído relativamente à exposição ao ruído na proximidade dos edifícios, podem ser escolhidas outras alturas, que, todavia, nunca podem ser inferiores a 1,5 m acima do solo, devendo os resultados obtidos ser corrigidos de acordo com uma altura equivalente a 4 m;
 - Para outros fins, como planeamento ou zonamento acústico, podem ser escolhidas outras alturas, nunca inferiores a 1,5 m acima do solo. São exemplos:
 - Zonas rurais com casas de um piso;
 - A conceção de medidas locais destinadas a reduzir o impacte 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, para o ruído do tráfego rodoviário, o método de cálculo europeu “Common Noise Assessment Methods in Europe” (CNOSSOS-EU) coordenado pelo Joint Research Centre's Institute of Health and Consumer Protection da Comissão Europeia e publicado inicialmente em 2012.

3.3. REQUISITOS PARA OS MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

De acordo com o D.L. n.º 146/2006, os requisitos relevantes para elaboração de um MER podem sistematizar-se nos pontos seguintes:

Constituem uma apresentação dos dados referentes aos seguintes aspetos:

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

Podem ser apresentados sob a forma de:

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

São utilizados para os seguintes fins:

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

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

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

- Métodos de cálculo ou de medição utilizados;
- O número estimado de pessoas (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 .

3.4. PLANEAMENTO MUNICIPAL

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

¹ As grandes aglomerações em Portugal, de acordo com a definição do DL 146/2006 e Diretrizes da APA correspondem a um município com uma população residente superior a 100.000 habitantes e uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado, não estando incluído nenhum município nessas condições na área de estudo da A22.

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

3.5. VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO

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

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

Estes limites resumem-se no Quadro 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 PONTE VASCO DA GAMA

4.1.1. LOCALIZAÇÃO E EXTENSÃO

A construção da Ponte Vasco da Gama foi dividida em sete frentes ²:

1 - Nós de Sacavém e Variante à EN10

Dois novos nós na margem Norte do Tejo, que ligam a Ponte à autoestrada A1, à CRIL e à Variante EN10 dando acesso a Lisboa e ao Parque das Nações.

2 - Viaduto Norte

Viaduto com 516 m de comprimento que atravessa a linha ferroviária do Norte e várias estradas locais. Tem um tabuleiro de largura variável que recebe vias secundárias de acesso e saída à ponte.

3 - Viaduto da Expo (Parque das Nações)

Viaduto com um comprimento de 672 m cujo tabuleiro foi construído a partir de aduelas pré-fabricadas e colocadas de modo equidistante de cada lado dos pilares.

4 - Ponte Principal

A Ponte Principal é uma estrutura de betão em que o tabuleiro se encontra atirantado por cabos às torres principais. O seu vão central é de 420 m e os vãos laterais têm 203 m.

As torres centrais medem 150 metros de altura e o tabuleiro está 47 metros acima do nível da água na zona do canal de navegação denominado Cala do Norte.

O tabuleiro é uma estrutura mista composta por lajes de betão assentes em carlingas de aço encastradas em duas vigas de betão laterais de onde partem os tirantes para as torres.

As torres Norte e Sul, em forma de H, apoiam-se em fundações também concebidas para suportarem o impacto de um navio de 30.000 toneladas que se desloca a uma velocidade de 12 nós.

Cada fundação destas torres assenta em 44 estacas moldadas com 2,2 m de diâmetro e atingem profundidades superiores a 65 m.

5 - Viaduto Central

A construção dos 6.351m do Viaduto Central foi feita aplicando sobre 81 pilares duplos vigas pré-fabricadas com 78 m de comprimento e 2.200 toneladas de peso.

² Fonte: <https://www.lusoponte.pt/vasco-da-gama/projecto/tracado-e-construcao>

A fundação de cada par de pilares está assente em 8 estacas cravadas, de 1,7 m de diâmetro que atingem em alguns casos os 95 m de profundidade no leito do rio.

O tabuleiro está a cerca de 14 metros acima do nível da água na maior parte do comprimento deste viaduto, mas eleva-se até aos 30 metros sobre os dois canais navegáveis, a Cala das Barcas e a Cala de Samora, cujos vãos de 130 m permitem a passagem de navios de médio porte.

Os pilares localizados junto a estas duas calas também foram dimensionados para suportar o impacto de navios.

Neste Viaduto existem 5 alargamentos do tabuleiro para permitir aos veículos a paragem de emergência.

Um gigantesco estaleiro de pré-fabricação, localizado no Seixal, 22 kms a jusante da Ponte, foi utilizado para a construção das enormes peças de betão pré-fabricadas destinadas ao viaduto. Aí, as vigas do tabuleiro começaram por ser subdivididos em 8 troços menores, que depois foram interligados para perfazer os 78 m de comprimento recorrendo-se então à utilização de cabos de pré-esforço.

Seguidamente, as vigas-tabuleiro foram transportadas para o local definitivo recorrendo ao Rambiz, uma grua flutuante de grande capacidade. O estaleiro trabalhou a um ritmo intensivo produzindo uma destas vigas a cada dois dias.

6 - Viaduto Sul

O Viaduto Sul, com 3.825 metros de comprimento, é constituído por um tabuleiro duplo com vãos de 45 metros, construído com recurso a dois pares de vigas de lançamento.

Os 85 grupos de 4 pilares deste Viaduto estão assentes em estacas moldadas localizadas parte no rio e parte em terra.

Na sua parte terrestre, este viaduto passa pelas Salinas do Samouco, uma zona ambientalmente sensível para as aves. O viaduto foi construído a partir de um aterro temporário, que foi removido após a conclusão das obras.

7 - Acesso Sul

Os 3,9 kms do Acesso Sul ligam a Ponte Vasco da Gama ao nó rodoviário Sul por terrenos agrícolas, na sua maioria. As ligações locais mais próximas são com Setúbal (A12) e com Alcochete e Montijo (Anel regional de Coima).

A Praça da Portagem localiza-se a cerca de metade deste percurso no sentido Sul/Norte e tem 12 cabines podendo o pagamento efetuar-se em dinheiro ou através de sistemas de pagamento automático. Em ambos os lados da travessia, o condutor encontra uma área de serviço completa, junto ao Viaduto Sul.



Figura 4-1 – Vista aérea da Ponte Vasco da Gama do lado de Lisboa, vendo-se a ponte atirantada e, na continuação, o viaduto central na direção de Alcochete.

A área de estudo abrange os municípios de Lisboa e Loures, do lado norte, e de Alcochete e Montijo, do lado sul e está indicada na figura seguinte.

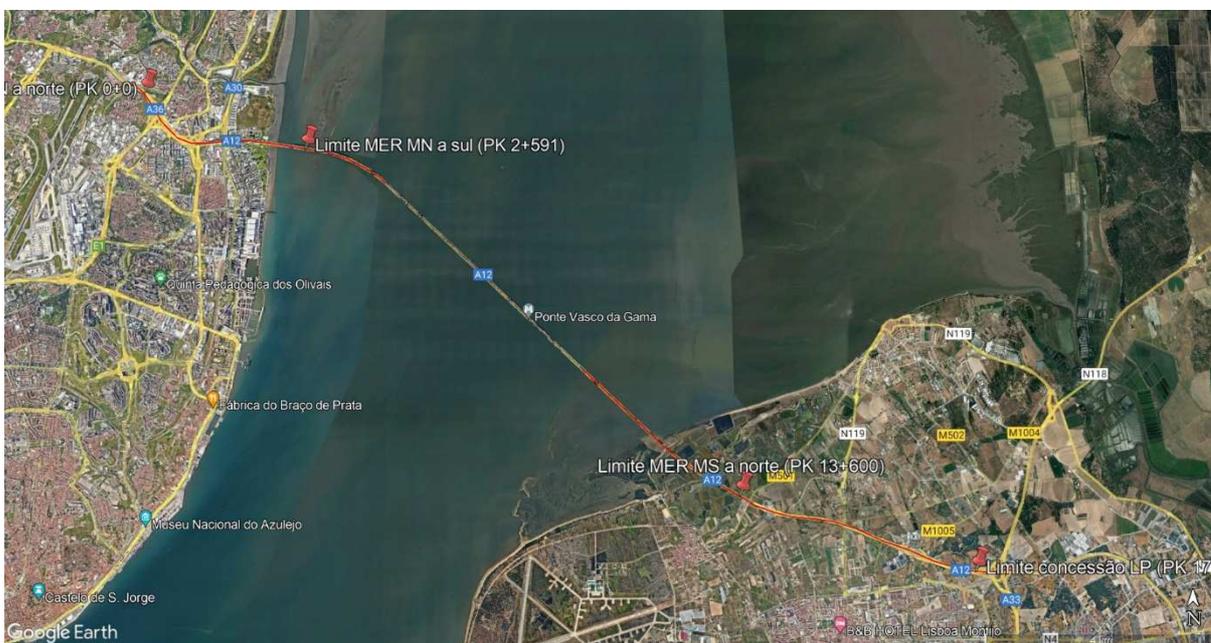


Figura 4-2 – Área de Estudo.

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.

As velocidades de circulação consideradas no modelo correspondem aos limites de velocidade em cada troço, de acordo com a localização das respetivas placas de sinalização vertical, representadas nas figuras seguintes.

Quadro 4-1 – Dados de tráfego considerados para os troços da Ponte Vasco da Gama

Descrição	ID	Diurno	Entardecer	Noturno	Diurno	Entardecer	Noturno	Diurno	Entardecer	Noturno	Diurno	Entardecer	Noturno	Diurno	Entardecer	Noturno	Camada Desgaste
Margem Norte NS		categoria 1+2+3+4+5			% categoria 2+3 no total			% categoria 3 na 2+3			% categoria 4 no total			% categoria 4b na 4			
A12 PK 0+000 a PK 2+500	F001	473	231	59	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
2ª circular p/ PVG	F002	679	332	85	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A1 p/ PVG	F003	233	114	29	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
PJQ p/ PVG	F004	454	222	57	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
IC2 p/ PVG	F005	57	28	7	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 após PK 2+500	F006	1893	924	237	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
PJQ+IC2 p/ PVG	F006a	511	249	64	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 após PK 2+500 - 2	F006b	1893	924	237	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
Margem Sul NS		categoria 1+2+3+4+5			% categoria 2+3 no total			% categoria 3 na 2+3			% categoria 4 no total			% categoria 4b na 4			
A12 até PK 17+600	F007	379	185	47	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
PVG p/ A33	F008	1515	739	189	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
PVG p/ A33 - Montijo	F009	947	462	118	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
PVG p/ A33 - Alcochete	F010	568	277	71	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
A12+PVG p/ A33	F010a	1893	924	237	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
Margem Norte SN		categoria 1+2+3+4+5			% categoria 2+3 no total			% categoria 3 na 2+3			% categoria 4 no total			% categoria 4b na 4			
A12 p/ A1+2ª circ	F011a	904	485	85	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 p/ A1+2ª circ - PVG p/ A1	F011	54	29	5	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 p/ A1+2ª circ- PVG p/ 2ª circ	F012	850	455	80	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 p/ IC2	F013	54	29	5	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 p/ PJQ	F014	271	145	26	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 até PK 0+000 (p/ CRIL)	F015	579	310	55	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 até PK 2+500	F016	1808	969	171	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
A12 até PK 0+000 (p/ CRIL) - 2	F022	1808	969	171	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_15
Margem Sul SN		categoria 1+2+3+4+5			% categoria 2+3 no total			% categoria 3 na 2+3			% categoria 4 no total			% categoria 4b na 4			
A12 após PK 16+200	F017	1808	969	171	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
Praça das Portagens	F018	1808	969	171	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
A33 - Alcochete p/ PVG	F019	543	291	51	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
A33 - Montijo p/ PVG	F020	904	485	85	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01
A12 PK 17+600 p/ Pr.Port	F021	362	194	34	4,7	3,6	10,4	81,8	83,8	89,2	0,8	0,8	0,9	100	100	100	CNS_01

Notas:

- Alguns dos troços considerados, com o mesmo volume de tráfego, apresentam limites de velocidade diferentes ao longo da sua extensão (ver figuras seguintes).
- Os pavimentos rodoviários considerados incluem BMB (Betume Modificado com Borracha) e BB (Betão Betuminoso) ou BBrug (Betão Betuminoso Rugoso). A correspondência com os pisos CNOSSOS considerados no modelo foi a seguinte:
 - BMB (Betume Modificado com Borracha) => CNS-15: Camada fina B
 - BB (Betão Betuminoso) ou BBrug (Betão Betuminoso Rugoso) => CNS-01: Piso de estrada de referência.

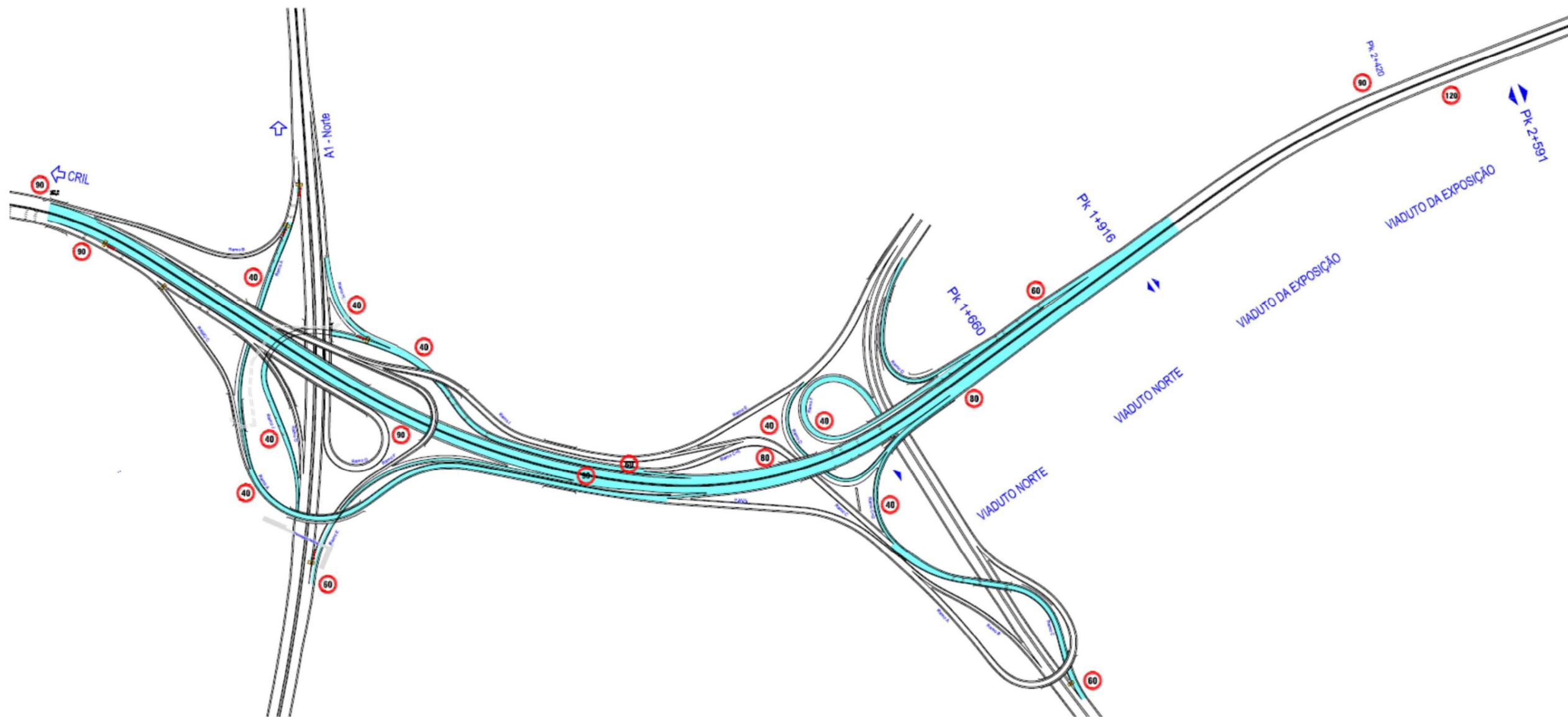


Figura 4-3 – Limites de velocidade – Margem Norte.

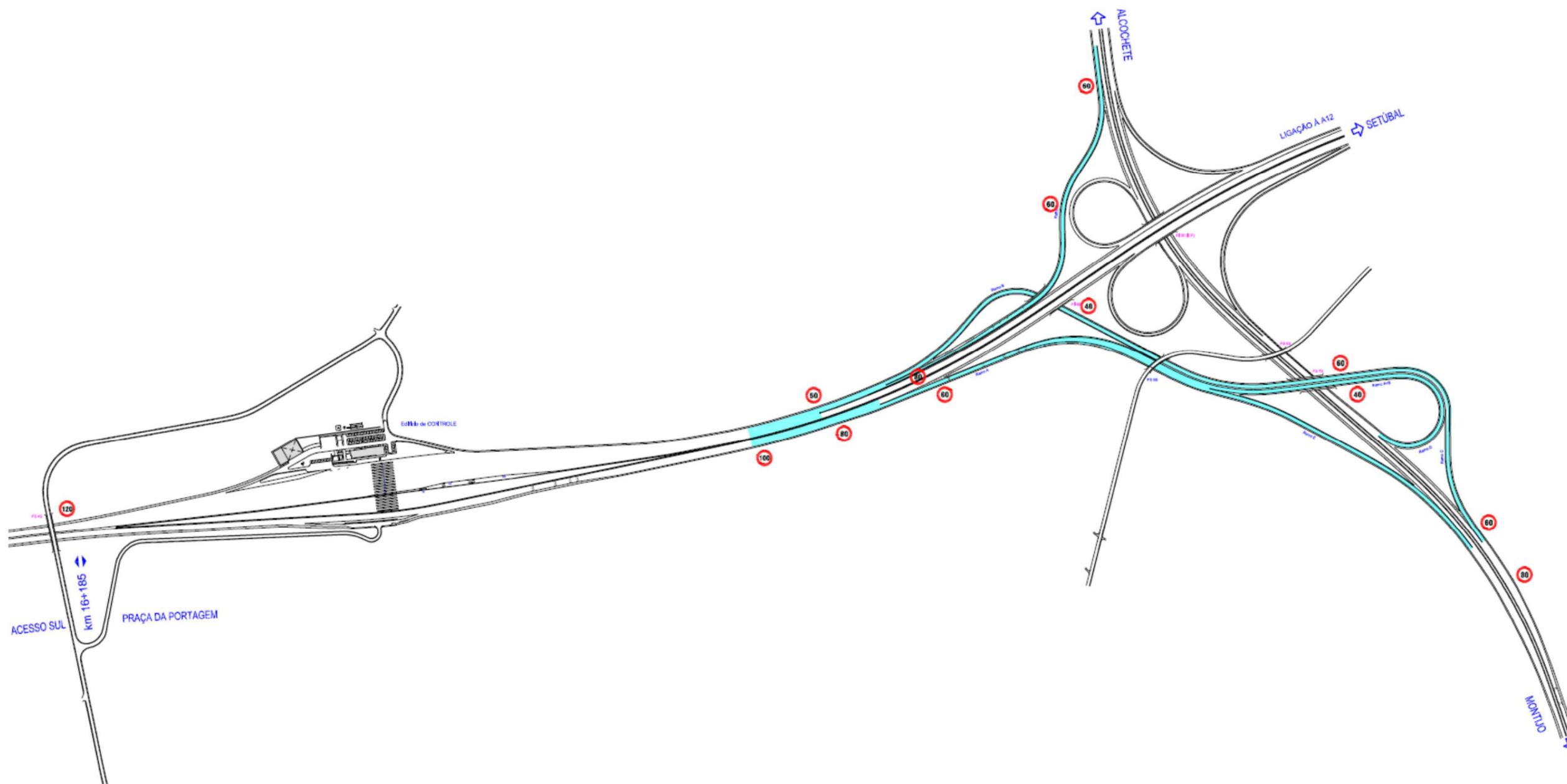


Figura 4-4 – Limites de velocidade – Margem Sul.

4.2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

4.2.1. MUNICÍPIOS ABRANGIDOS PELA ÁREA DE ESTUDO

Considerou-se uma área de estudo dividida em duas partes, uma do lado norte e outra do lado sul, visto não haver necessidade de incluir no modelo a enorme extensão de ponte e viaduto sobre o rio Tejo.

Na Figura 4-5 está representada a área de estudo e os concelhos abrangidos por aquela (com diversas cores).

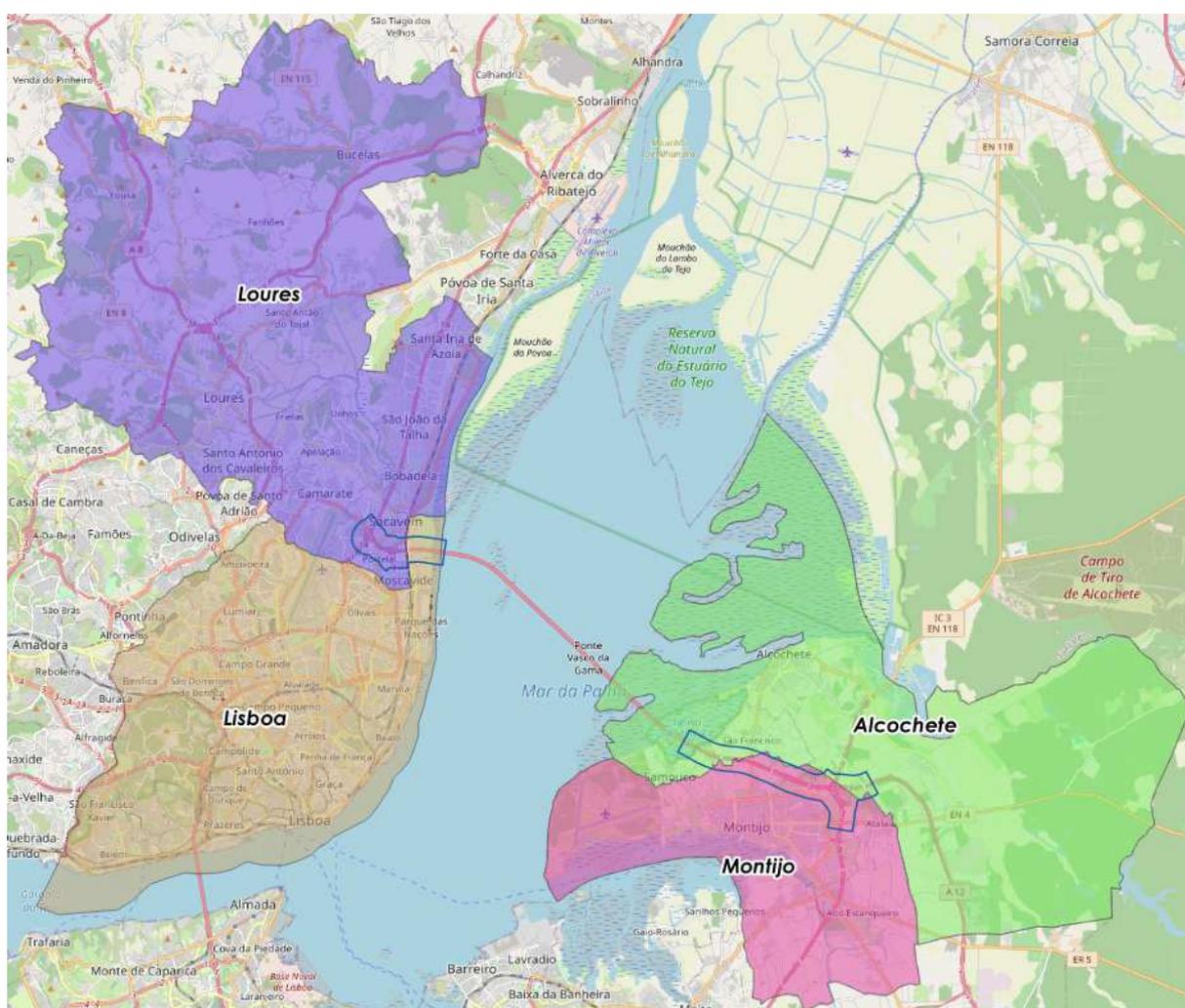


Figura 4-5 – Áreas de estudo da Ponte Vasco da Gama e concelhos abrangidos

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

O quadro que se segue apresenta a classificação acústica dos municípios incluídos no estudo, de acordo com a informação recolhida *online* pela dBwave.i.

Quadro 4-2 – Classificação acústica na zona envolvente da Ponte Vasco da Gama dos municípios abrangidos pelo estudo

MUNICÍPIO	CLASSIFICAÇÃO ACÚSTICA
Lisboa	Tem classificação acústica. O Regulamento do PDM define como Zona Mista toda a área do município.
Loures	Tem classificação acústica. O Regulamento do PDM define Zonas Mistas e Sensíveis, existindo ambos os tipos na proximidade da PVG.
Alcochete	Não dispõe ainda, oficialmente, de classificação acústica.
Montijo	Não dispõe ainda, oficialmente, de classificação acústica.

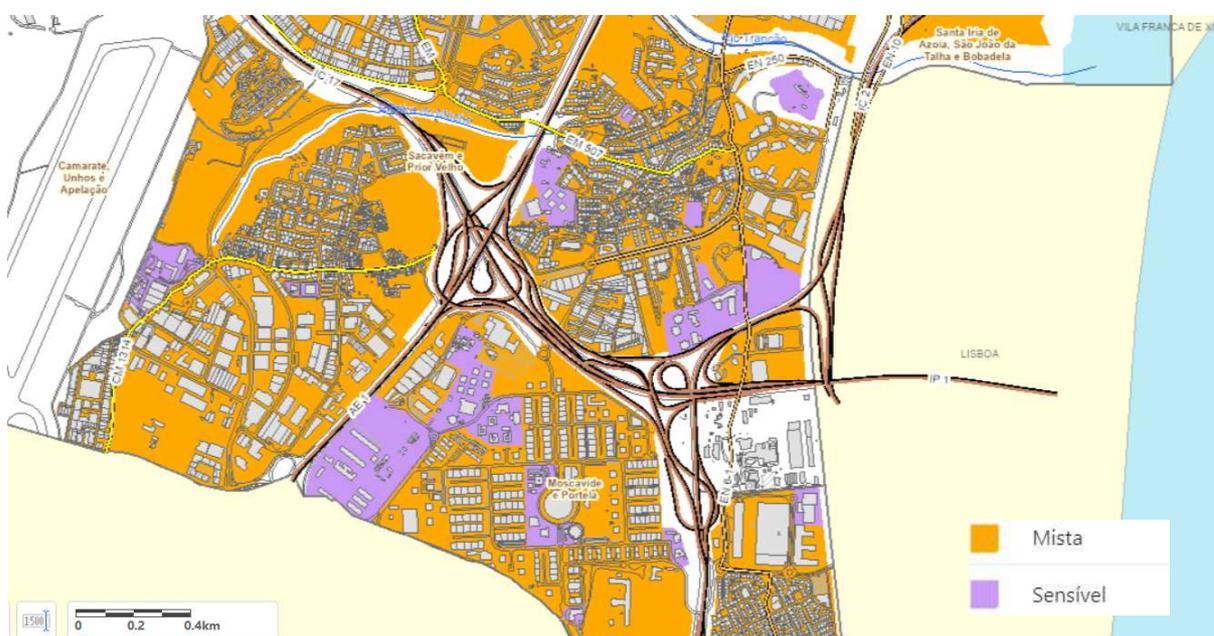


Figura 4-6: Classificação acústica do PDM de Loures na proximidade da Ponte Vasco da Gama.

Sem prejuízo das classificações acústicas atribuídas pelos municípios, dado tratar-se de uma GIT existente, os limites de exposição máxima aplicáveis, na proximidade da infraestrutura, serão sempre os correspondentes aos de Zona Mista, ou seja, 65 dB(A) para o L_{den} e 55 dB(A) para o L_n .

4.2.2. CARACTERIZAÇÃO DA ENVOLVENTE

A Ponte Vasco da Gama liga a maior cidade do país, correspondendo ao município de Lisboa, que é classificada como Grande Aglomeração para efeitos de Diretiva de Ruído Ambiente, a uma área de menor densidade urbana, como é o município de Alcochete e, também, do Montijo.

No quadro abaixo são apresentados exemplos representativos da tipologia de situações que ocorrem ao longo da área de estudo.

Quadro 4-3 – Caracterização da área de estudo da Ponte Vasco da Gama

Descrição	Imagem de satélite ³
<p>- Concelho de Loures - Ramos de acesso norte à Ponte Vasco da Gama e nó com a autoestrada A1, com a zona de Sacavém, a nascente, e o bairro do Prior Velho, a poente, áreas de grande densidade urbana.</p>	
<p>- Concelhos de Loures e Lisboa - Nó com o IC2 e viaduto norte, sobre a linha ferroviária do Norte, vendo-se o bairro da Portela, a poente, e a zona norte do Parque das Nações e Parque Tejo, a nascente, áreas de grande densidade urbana.</p>	
<p>- Concelho de Lisboa - Área da ponte principal e viaduto central, sobre o rio Tejo.</p>	

³ Imagens obtidas a partir do Google Earth Pro.

Descrição	Imagem de satélite ³
<p>- Concelho de Alcochete - Viaduto sul, passando pelas Salinas do Samouco à entrada no concelho de Alcochete.</p>	
<p>- Concelhos de Alcochete e Montijo – Fim do viaduto sul, junto à área de serviço de Alcochete, a poente, vendo-se o bairro do Cercal de Cima, a norte da A12, os limites urbanos do Montijo, a sul, e a praça da portagem, a nascente.</p>	
<p>- Concelhos de Alcochete e Montijo – Acesso sul, vendo-se o nó com a A33 e área urbana do Montijo, do lado sul.</p>	

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

Até à presente data, e segundo dados fornecidos pelo cliente, foram implementadas as seguintes medidas de redução de ruído:

- Substituição da camada de desgaste por BMB (Betume Modificado com Borracha), tipo de pavimento significativamente mais silencioso, nos acessos e plena via, do lado norte;
- Instalação de barreiras acústicas na plena via, viadutos e ramos de acesso, nas zonas de maior densidade urbana, do lado norte;
- Instalação de barreiras acústicas na plena via, no lado sul.

Em relação à camada de desgaste, estava prevista no Plano de Ação anterior a substituição por BMB também do lado sul, mas tal não foi concretizado, pelo que o presente MER não incorpora essa substituição.

Em relação às barreiras acústicas existentes e consideradas no presente MER, estas foram implementadas em 1998, antes da inauguração da Ponte Vasco da Gama, em 29 de Março de 1998, e têm as seguintes localizações:

- Margem Sul:
 - Sentido Sul/Norte: Entre o PK 15+500 e o PK 14+400;
 - Sentido Norte/Sul: Entre o PK 14+800 e o PK 15+300.
- Margem Norte:
 - Sentido Sul/Norte:
 - Entre o PK 0+050 e o PK 0+350 do ramo G de ligação ao IC2;
 - Entre o PK 0+200 e o PK 0+450 do Ramo H de ligação à A1;
 - Entre o PK 0+750 e o PK 0+400 da plena via de ligação ao IC17.
 - Entre o PK 0+000 e o PK 0+200 do Ramo E de ligação do IC2 ao IC17;
 - Entre o PK 0+200 e o PK 0+650 do Ramo I de ligação do IC2 ao IC17;
 - Sentido Norte/Sul:
 - Entre o PK 1+150 e o PK 1+450 da plena via de ligação à Ponte Vasco da Gama;
 - Entre o PK 0+000 e o PK 0+620 do Ramo A de ligação da A1 e CRIL ao IC2;
 - Entre o PK 0+000 e o PK 580 do Ramo C de ligação do IC2 à PVG;

- Entre o PK 0+900 e o PK 1+150 do IC2 sob o tabuleiro da PVG.

No que respeita a medidas em vigor, são de referir ainda os seguintes aspetos relevantes para as infraestruturas de transporte rodoviárias do Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro:

- Artigo 11º, segundo o qual as zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, ou esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte, não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A) e 60 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A) e 50 dB(A), expresso pelo indicador L_n , respetivamente;
- Artigo 12º, relativo ao controlo prévio das operações urbanísticas, de cuja leitura se depreende que se tenta limitar, o mais possível, operações urbanísticas em zonas que não cumpram os valores limite legislados, sendo mesmo estabelecido no número 5, que deverá ser interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite legislados;
- Números 4 e 5, do Artigo 19º, que estabelecem respetivamente que podem ser excecionalmente adotadas medidas de isolamento sonoro nos recetores sensíveis, mas que a implementação destas medidas compete à entidade responsável pela exploração das infraestruturas ou ao recetor sensível, conforme quem mais recentemente tenha instalado ou dado início à respetiva atividade, instalação ou construção ou seja titular da autorização ou licença mais recente.

Neste contexto, dispoño os municípios dos seus próprios mapas de ruído e incorporando o zonamento acústico nos seus Planos Municipais de Ordenamento do Território, sendo ainda responsáveis pela elaboração de Planos de Redução de Ruído ao nível municipal, cada vez mais a proteção dos recetores sensíveis na vizinhança de infraestruturas de transporte deixa de ser tarefa exclusivamente da responsabilidade das respetivas entidades gestoras, mas também dos respetivos municípios, que 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.

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 1/10000, sendo os mapas de ruído apresentados à mesma escala, abrangendo toda a área de estudo definida.

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

- *Decreto-lei n.º 136-A/2019*, de 6 de setembro, que transpõe a *Diretiva (UE) 2015/996* e que procede à primeira alteração ao *Decreto-lei n.º 146/2006*, de 31 de julho;
- *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 - Método CNOSSOS-EU - versão 2* – Novembro 2023.
- Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído – Novembro 2023
- *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 2* - Junho de 2008.

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

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) disponível em: <http://forum.europa.eu.int/Public/irc/env/noisedir/library>.

5.2. INDICADORES DE RUÍDO

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

Para a avaliação dos níveis de ruído em fachada de edifícios, com o objetivo de elaborar mapas de exposição ao ruído, considera-se apenas o ruído incidente, ou seja, não se considera o som refletido na fachada do edifício que está a ser avaliado, ainda que se considerem as reflexões nos restantes edifícios e obstáculos presentes na área de estudo. Também para esta avaliação, a exposição é calculada a uma altura de 4 metros.

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-LGPC-CSTB)”.

5.3.1. DESCRIÇÃO DO MÉTODO CNOSSOS-EU

O tráfego rodoviário, devido às reduzidas dimensões dos veículos automóveis, pode ser modelado como um número de fontes pontuais igual ao número de veículos que nela circulam, a moverem-se com velocidades iguais às dos respetivos veículos e com um nível de potência sonora, Ponderado A, L_{AW} , função da velocidade, do tipo de veículo, do perfil longitudinal e do fluxo de tráfego.

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

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

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

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

De acordo com o método CNOSSOS-EU, a potência sonora direcional da fonte em linha por metro na banda i de frequências é calculada através da seguinte fórmula:

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

Em que:

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

No método CNOSSOS-EU, os veículos estão divididos em 5 classes (quadro [2.2.a] da Diretiva 2015/996), de acordo com as suas características de emissão sonora (ver figura abaixo).

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

Categoria	Nome	Descrição	Categoria de veículo na homologação CE de veículos completos ⁽¹⁾	
1	Veículos a motor ligeiros	Automóveis, furgonetas $\leq 3,5$ t, SUV ⁽²⁾ , MPV ⁽³⁾ , incluindo reboques e caravanas	M1 e N1	
2	Veículos pesados médios	Veículos pesados médios, furgonetas $> 3,5$ t, camionetas e autocarros, autocaravanas etc. com dois eixos e pneus duplos no eixo da retaguarda	M2, M3, N2 e N3	
3	Veículos pesados	Veículos pesados, autocarros de turismo, camionetas e autocarros com três ou mais eixos	M2 e N2 com reboque, M3 e N3	
4	Veículos a motor de duas rodas	4a	Ciclomotores de duas, três e quatro rodas	L1, L2, L6
		4b	Motociclos com ou sem carro lateral, triciclos e quadriciclos	L3, L4, L5, L7
5	Categoria aberta	A definir em função das necessidades futuras.	ND	

⁽¹⁾ Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de setembro de 2007, que estabelece um quadro para a homologação dos veículos a motor e seus reboques, e dos sistemas, componentes e unidades técnicas destinados a serem utilizados nesses veículos (JO L 263 de 9.10.2007, p. 1).

⁽²⁾ *Sport Utility Vehicles* (veículos utilitários desportivos).

⁽³⁾ *Multi-Purpose Vehicles* (veículos para fins múltiplos).

As primeiras 4 categorias são de entrada obrigatória no *software* utilizado para o cálculo dos MER e a quinta categoria é facultativa (destina-se a novos veículos que venham a ser desenvolvidos no futuro e cujas emissões sonoras sejam suficientemente diferentes para necessitarem da definição de uma categoria adicional).

Neste método, são consideradas duas fontes de ruído rodoviário:

- Ruído de rolamento devido à interação entre o pneu e a estrada;
- Ruído propulsão gerado pelo grupo motopropulsor (motor, escape etc.) do veículo.

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

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

- Eixo da via, devidamente cotada na cartografia;
- Largura e inclinação da via;
- Aferição dos dados de tráfego com distinção das categorias definidas no Quadro 5-1, por período de referência (diurno/entardecer/noturno);
- Características do piso;

- Limites de velocidade ligeiros/pesados.

5.3.2. PROGRAMA DE MODELAÇÃO E OPÇÕES DE CÁLCULO

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

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

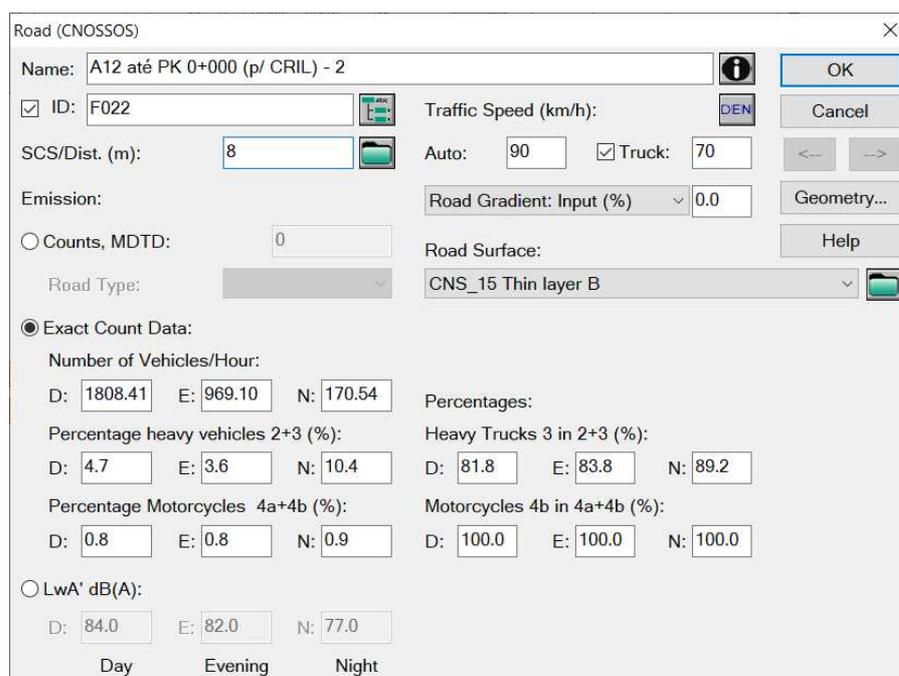


Figura 5-1 – Interface de configuração de uma estrada segundo o método CNOSSOS-EU, no software CadnaA

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

Quadro 5-2 – Configurações de cálculo principais utilizadas

Configurações de cálculo utilizadas		
Geral	Software e versão utilizada	CadnaA v2021
	Máximo raio de busca	2 000 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;
Meteorologia	Percentagem de condições favoráveis diurno/entardecer/noturno	50/75/100%
	Temperatura	15°C
	Humidade relativa	80%
Mapa de ruído	Malha de cálculo	10 x 10 m
	Tipo de malha de cálculo (fixa/variável)	Fixa
	Altura ao solo	4 metros
	Largura mínima da área de cálculo	800 metros
Avaliação de ruído nas fachadas / população exposta	Distância recetor-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. Para a associação de pontos de avaliação de ruído a fogos e às pessoas neles residentes, foi considerado o caso 1 do ponto 2.8 do CNOSSOS-EU.

A figura seguinte exemplifica um mapa de ruído e uma vista 3D com indicação do ruído nas fachadas.

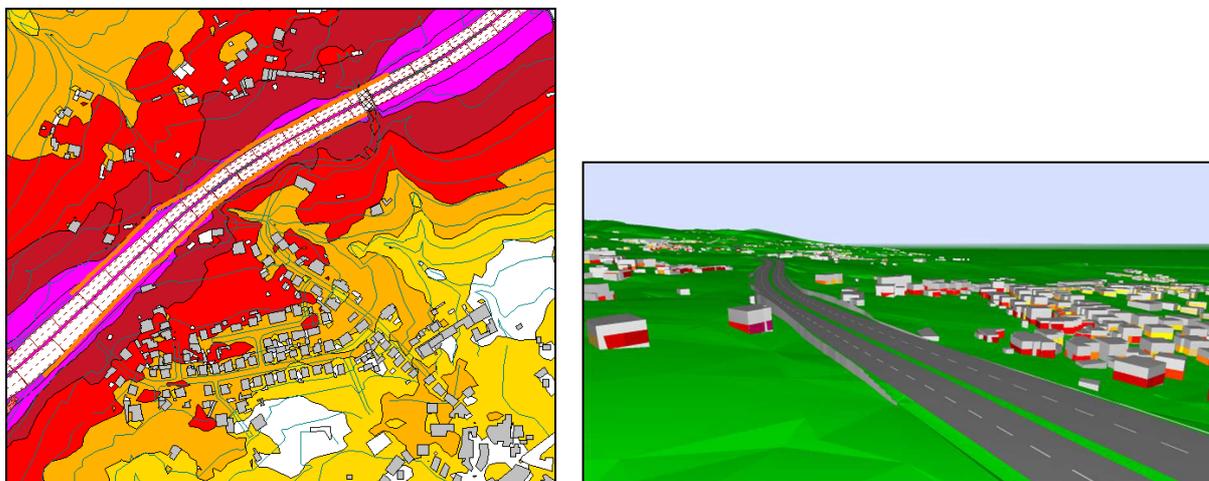


Figura 5-2 – Exemplo de um mapa de ruído de uma estrada, em planta, e dos níveis de ruído incidentes nas fachadas a 4 m de altura, em 3D

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, disponibilizados pelo cliente:

- Extrato da cartografia vetorial georreferenciada do Município de Lisboa;
 - o Cartografia Homologada com os seguintes dados:

ID do Requerimento	Entidade Requerente	Identificação do Processo	Terminado Em ↓	Produtor	Proprietário	Sistema de Georreferência	Especificação dos Dados	Escala
590	Viamapa - Serviços de Topografia SA	Serviço de Produção de Cartografia Vectorial à escala 1:1000 para o Concelho de Lisboa - Lote 2	2022-02-28	Viamapa - Serviços de Topografia, S.A.	Município de Lisboa	PT-TM06/ETRS89	MNT	1:1000
534	Viamapa - Serviços de Topografia SA	Serviço de Produção de Cartografia Vectorial à escala 1:1000 para o Concelho de Lisboa - Lote 4 - Zona Oriental	2021-05-04	Viamapa - Serviços de Topografia, S.A.	Município de Lisboa	PT-TM06/ETRS89	MNT	1:1000
523	Viamapa, S.A.	Serviço de Produção de Cartografia Vectorial à escala 1:1000 para o Concelho de Lisboa - Lote 3 - Zona Norte	2021-01-18	Viamapa - Serviços de Topografia, S.A.	Município de Lisboa	PT-TM06/ETRS89	MNT	1:1000

- Extrato da cartografia vetorial georreferenciada do Município de Loures;
 - o Cartografia Homologada com os seguintes dados:

ID do Requerimento	Entidade Requerente	Identificação do Processo	Terminado Em ↓	Produtor	Proprietário	Sistema de Georreferência	Especificação dos Dados	Escala
705	Infoportugal S.A.	Cartografia à escala 1:10000 dos Concelhos de Loures e Odivelas (20330ha)	2020-12-04	InfoPortugal - Sistemas de Informação e Conteúdos, S.A.	Câmara Municipal de Ponte de Loures e Odivelas	PT-TM06/ETRS89	MNT	1:10000

- Extrato da cartografia vetorial georreferenciada do Município de Montijo;
 - o Informação da entidade proprietária (C. M. Montijo): Cartografia oficial, IGP 2010;
- Extrato da cartografia vetorial georreferenciada do Município de Alcochete;
 - o Informação da entidade proprietária (C. M. Alcochete): Cartografia oficialmente utilizada pelo Município, produzida pela Edinfor (sem data)



Figura 5-3 – Extrato da cartografia de Loures.

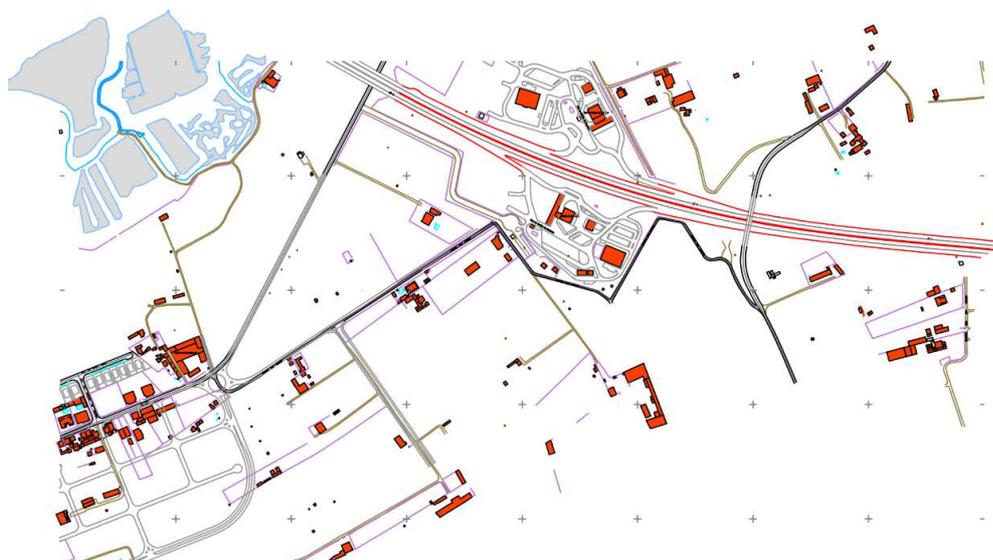


Figura 5-4 – Extrato da cartografia de Alcochete.

A partir da cartografia fornecida, foi gerado um modelo digital do terreno (MDT), sendo em seguida nele implantados os elementos importados da planimetria, como edifícios, eixos de via, etc. Foram utilizadas diversas técnicas para atribuição da altura correta aos edifícios.

Foram ainda utilizados diversos desenhos fornecidos pela Lusoponte, designadamente plantas dos nós e ramos de acesso, e desenhos com as cotas do viaduto e da ponte suspensa, de modo a conseguir implantar corretamente estes objetos no modelo.

As figuras seguintes ilustram o resultado do processo de elaboração geométrica do modelo.

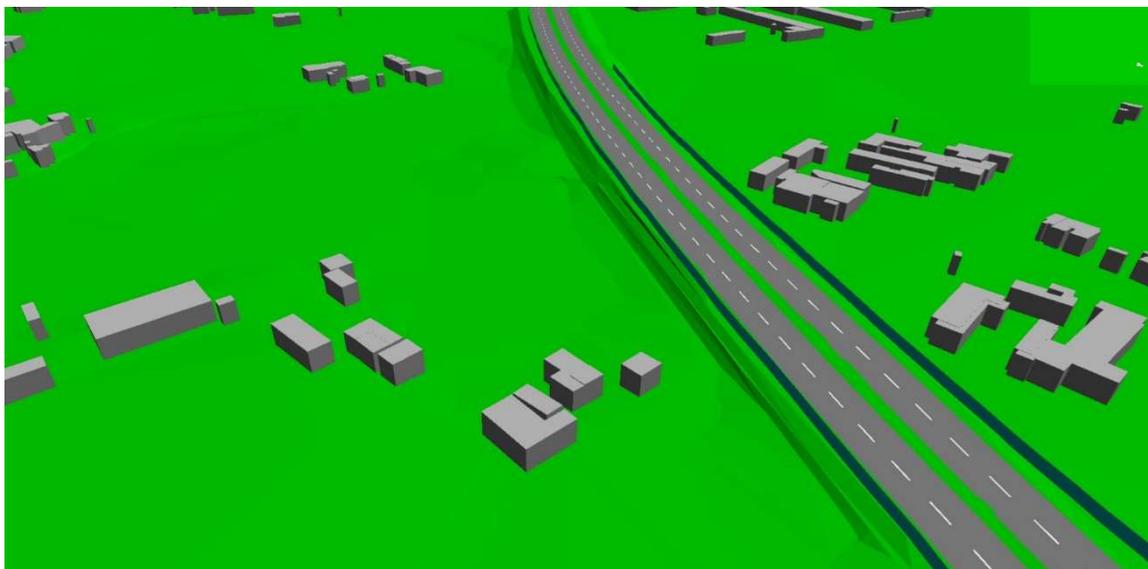


Figura 5-5 – Vista 3D do modelo do lado de Alcochete, vendo-se algumas barreiras acústicas.

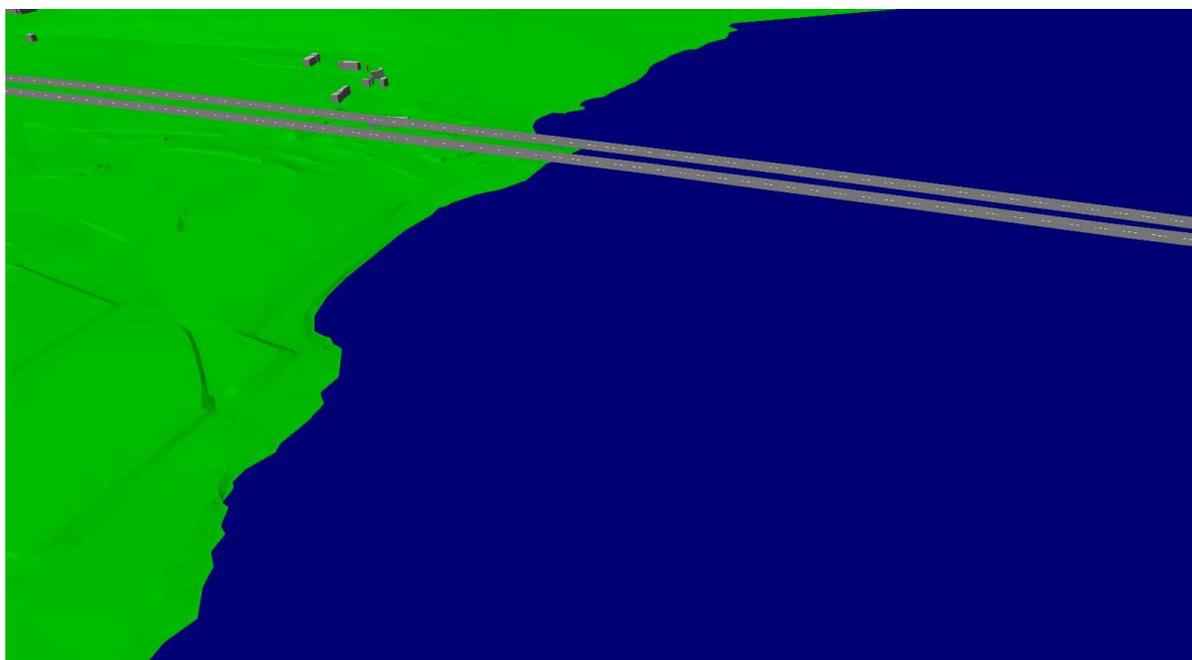


Figura 5-6 – Vista 3D do modelo do lado de Lisboa/Loures.

5.4.2. DADOS RELATIVOS A RUÍDO AMBIENTAL

Um 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 relativa à adoção das seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído (mencionadas no GPG-2):

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

5.4.4. DADOS DE BASE DAS FONTES DE RUÍDO

As fontes de ruído consideradas neste estudo consistem única e exclusivamente no tráfego rodoviário que circula ao longo da infraestrutura em estudo e respetivos nós de acesso. Não são, portanto, consideradas outras fontes de ruído, como sejam o tráfego ferroviário na ponte.

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

- Indicação do tipo de piso (camada de desgaste) nos vários troços das vias;
- 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 recetores sensíveis (edifícios habitacionais, escolas e hospitais) dos recetores não sensíveis (restantes usos). Tal foi feito ao nível da classificação dos edifícios segundo o seu uso, de acordo com a informação constante da cartografia disponibilizada.

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 definitivos disponíveis com o nível de detalhe necessário os relativos aos Censos 2021 – XVI Recenseamento Geral da População e VI 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 265 956, fazendo com que a BGRI 2021 se constitua como a mais completa, desagregada e exaustiva cobertura homogénea do país, disponível em formato digital e relativa a uma única data de referência.

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

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 cércea 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.

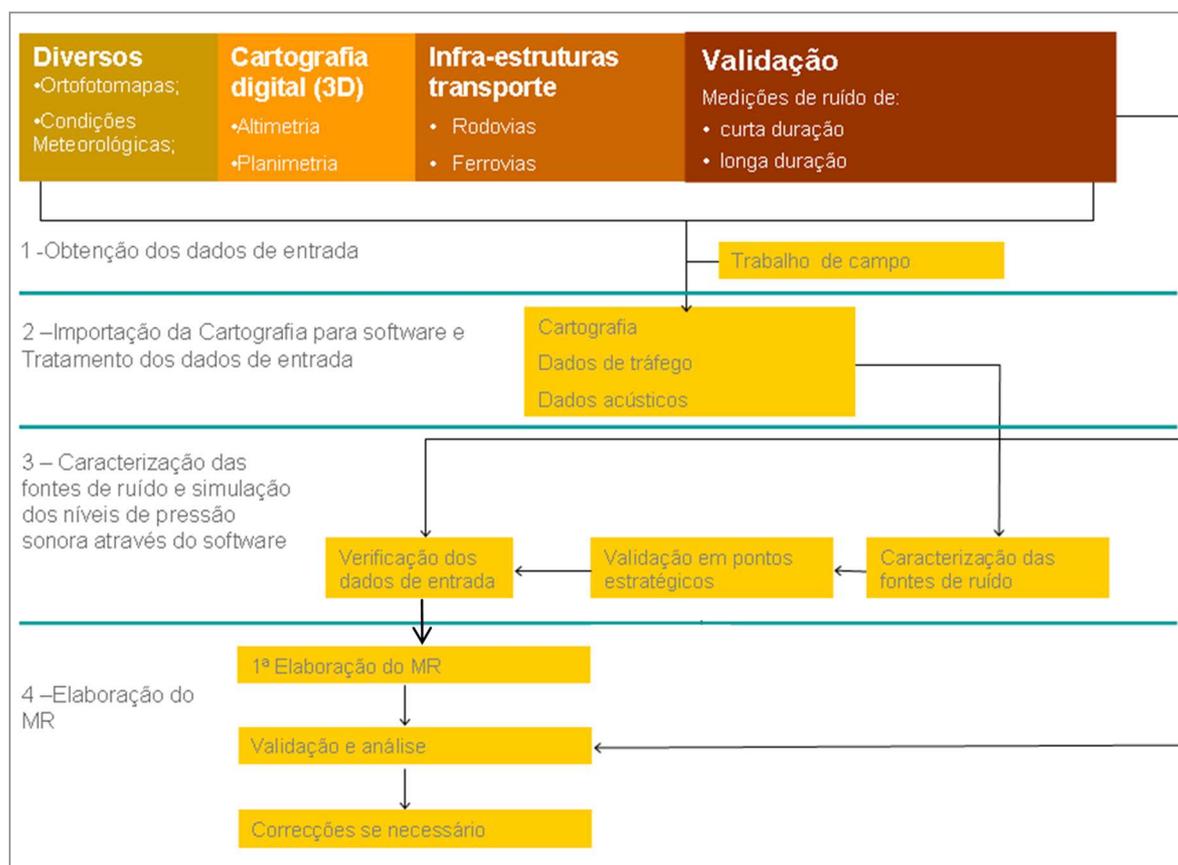


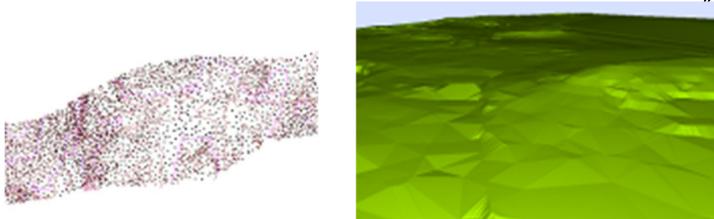
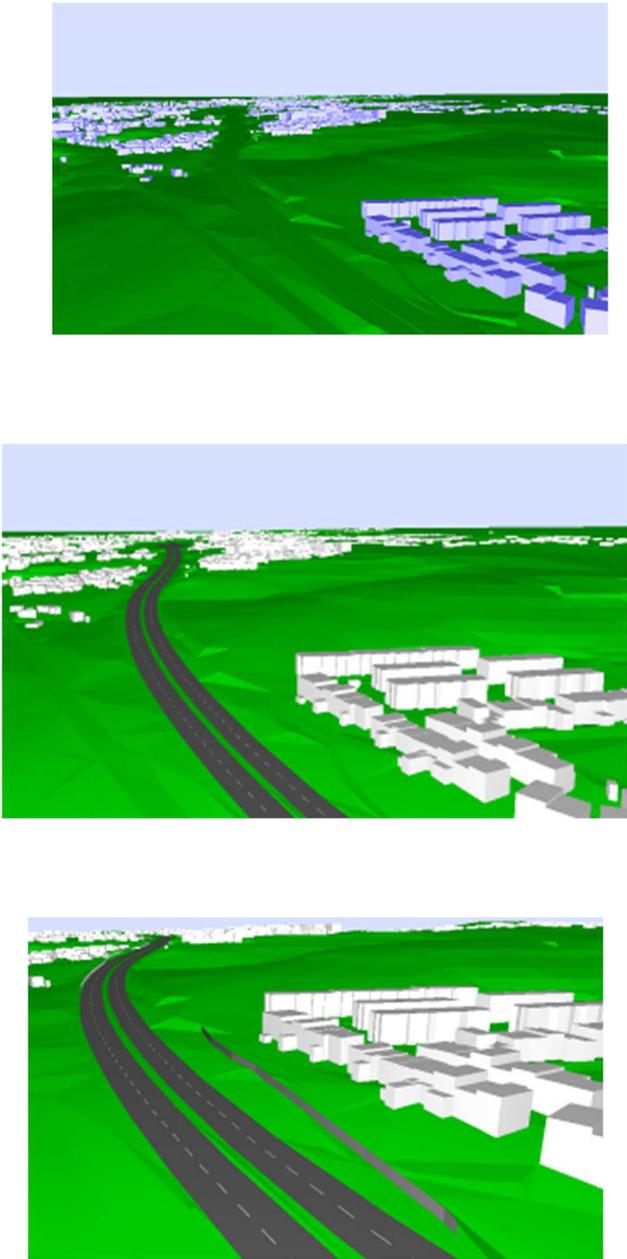
Figura 5-7 – Diagrama do procedimento técnico geral definido pela dBwave.i para elaboração de mapas de ruído de infraestruturas de transportes.

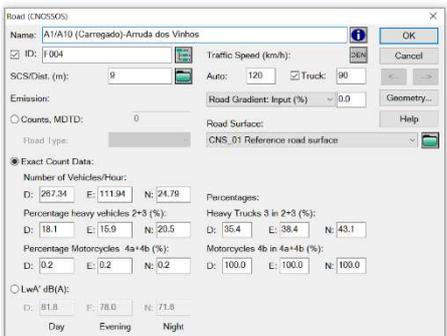
5.5.1. INTRODUÇÃO DE DADOS

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.

ALTIMETRIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução de curvas de nível e pontos cotados; • Verificação de erros através do comando “3D-View”. 	
PLANIMETRIA	
<ul style="list-style-type: none"> • Introdução dos edifícios: <ul style="list-style-type: none"> - polígonos fechados; - localização; absorção - cota z da base ou cota z do topo absoluta; - altura (nº pisos); - população; - coeficiente de absorção de fachadas. • Verificação da implantação dos edifícios com orto-fotomapas sobrepostos. • Introdução da estrada: <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 DIA, TARDE, NOITE):	
Dados de tráfego (por período de referência): <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade média de veículos por hora • velocidade media de veículos ligeiros e pesados • % de veículos pesados por hora 	

5.5.2. TRATAMENTO DE DADOS

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



Figura 5-8 – 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 RUIDO

De acordo com as Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, publicadas pela APA:

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 efetuadas em locais selecionados. 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 adotar deve permitir validar, simultaneamente, a qualidade dos dados de entrada e o comportamento do modelo.

A seleção dos locais para a validação pode seguir os seguintes critérios: influência predominante de um só tipo de fonte, valores previstos que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas) ou próximos dos regulamentares, no perímetro da zona urbanizada mais próximo da fonte, e resultados aparentemente duvidosos.

Ainda segundo o referido ponto das Diretrizes:

Em relação aos tempos de medição, recomenda-se, pelo menos, 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.

As medições realizadas tiveram uma duração mínima de 48 horas em contínuo, tendo sido utilizados sistemas de monitorização, constituídos 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 ou ligados à corrente, e ligados ao respetivo microfone e pré-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 vedações ou *rail* de Proteção junto da via. 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 fatores 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 e calibrar o modelo em questão, realizaram-se monitorizações de ruído em contínuo em 2 pontos. Foram definidos os seguintes pontos de monitorização, realizados entre os dias 30/10/2023 e 01/11/2023:

- P1: Num dos únicos locais possíveis do lado norte, junto ao nó com o IC2/A30 (afetado pelo ruído de várias fontes não incluídas no modelo)
- P2: Junto ao parque de emergência Sul, entre a Área de Serviço de Alcochete e o início do viaduto sul.

A figura seguinte mostra a localização geral dos pontos de monitorização.

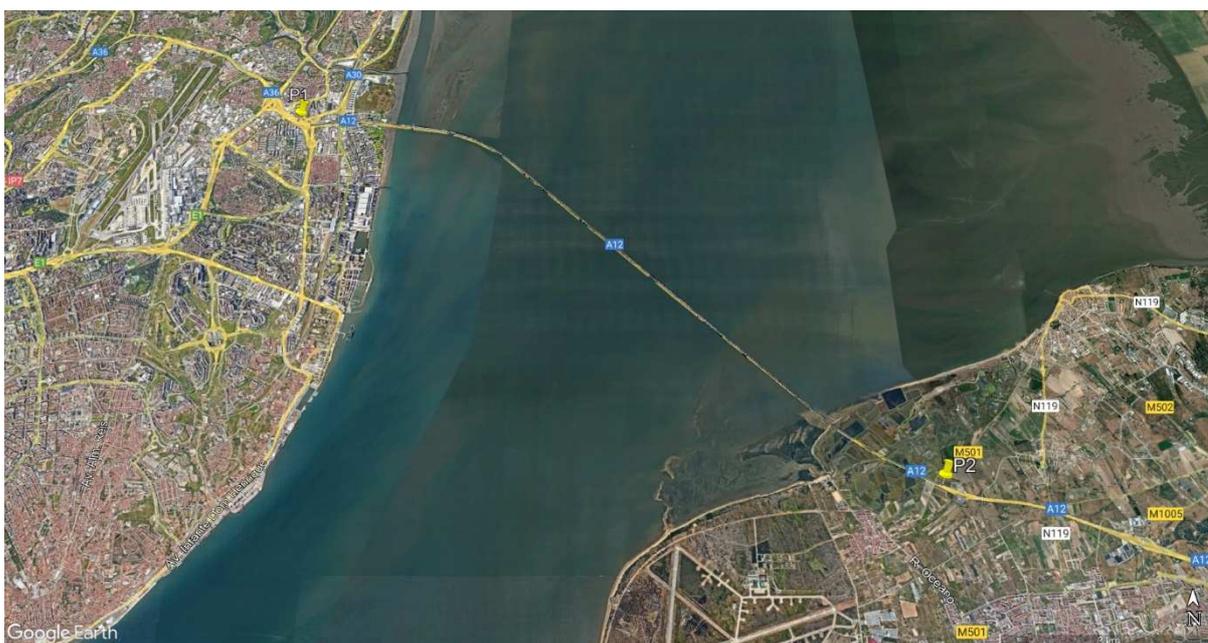


Figura 5-10 – Localização dos pontos de monitorização de ruído.

A escolha do local para a instalação destes pontos de medição teve, em geral, em conta diversos fatores:

- Não influência relevante de outras fontes de ruído existentes nas imediações (não foi totalmente possível, do lado norte);
- 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 microfone 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.

Instalaram-se os sistemas de monitorização de ruído (incluindo microfone com proteção à intempérie) nos pontos acima indicados. Para se proceder à validação do modelo acústico e das respetivas fontes, 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.



Figura 5-11 – Localização do ponto P1.



Figura 5-12 – Localização do ponto P2.

Quadro 5-4 – Resultados das monitorizações contínuas e pontuais 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)	
P1	76.4	68.2	78.7	70.6	-2.3	-2.4	-84771.71	-97432.67	45,82	≤ 2 dB
P2	81.5	71.2	81.3	73.2	0.2	-2.0	-74552.18	-104068.63	13,06	≤ 2 dB

Para ambos os pontos, o critério de desvio inferior a 2 dB(A) entre os valores medidos e calculados é cumprido para os dois indicadores, pelo que se considera o modelo como validado. No ponto P1, no entanto, observa-se um desvio muito próximo dos limites do critério de validação, para ambos os indicadores, estando os valores calculados pelo modelo cerca de 2 dB(A) abaixo dos valores medidos. A interpretação e justificação para este facto, é a influência do ruído de diversas vias rodoviárias que, por não fazerem parte da concessão da Lusoponte, não estão incluídas no modelo, como sejam vários ramos do nó com o IC2, o próprio IC2, entre outras vias com tráfego significativo existentes na proximidade (ver figura abaixo).

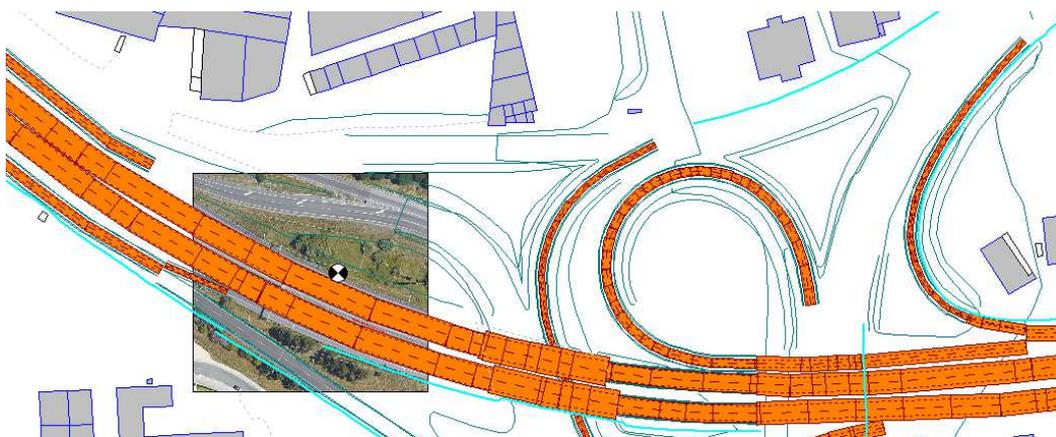


Figura 5-13 – Vista do ponto P1 no modelo, observando-se a existência de diversas vias próximas não incluídas no modelo.

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 equi-espaçados, 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

Uma vez 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: “*shapefiles*”, HTML, DXF, etc.

6. RESULTADOS

6.1. INTRODUÇÃO

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

- Mapas estratégicos de ruído – escala de trabalho 1/10000, sendo os mapas de ruído apresentados à escala 1/10000; 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 Novembro de 2023, e que se apresenta na figura seguinte.

Classe do Indicador (dB (A))	Code list (CDG)	L_{den}	L_n	Cor		RGB
< 40	LdenLowerThan40 / LnightLowerThan40	X*	X*	Verde claro		80,255,0
≥ 40 a < 45	Lden4044 / Lnight4044	X*	X*	Verde escuro		0,180,0
≥ 45 a < 50	Lden4549 / Lnight4549	X*	X	Amarelo		255,255,70
≥ 50 a < 55	Lden5054 / Lnight5054	X*	X	Ocre		255,220,0
≥ 55 a < 60	Lden5559 / Lnight5559	X	X	Laranja		255,180,0
≥ 60 a < 65	Lden6064 / Lnight6064	X	X	Vermelho		255,0,0
≥ 65 a < 70	Lden6569 / Lnight6569	X	X	Carmim		200,0,0
≥ 70 a < 75	Lden7074 / LnightGreater70	X	X	Magenta		255,0,255
≥ 75	LdenGreater75	X		Azul		0,0,255

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

6.2. MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

6.2.1. MAPAS DE NÍVEIS SONOROS

Os mapas de níveis sonoros são apresentados, como já referido, nos Anexos I.1 e I.2, para os indicadores L_{den} e L_n respetivamente. São mapas de linhas isófonas elaborados a partir dos níveis de ruído calculados em pontos recetores equi-espaçados 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.

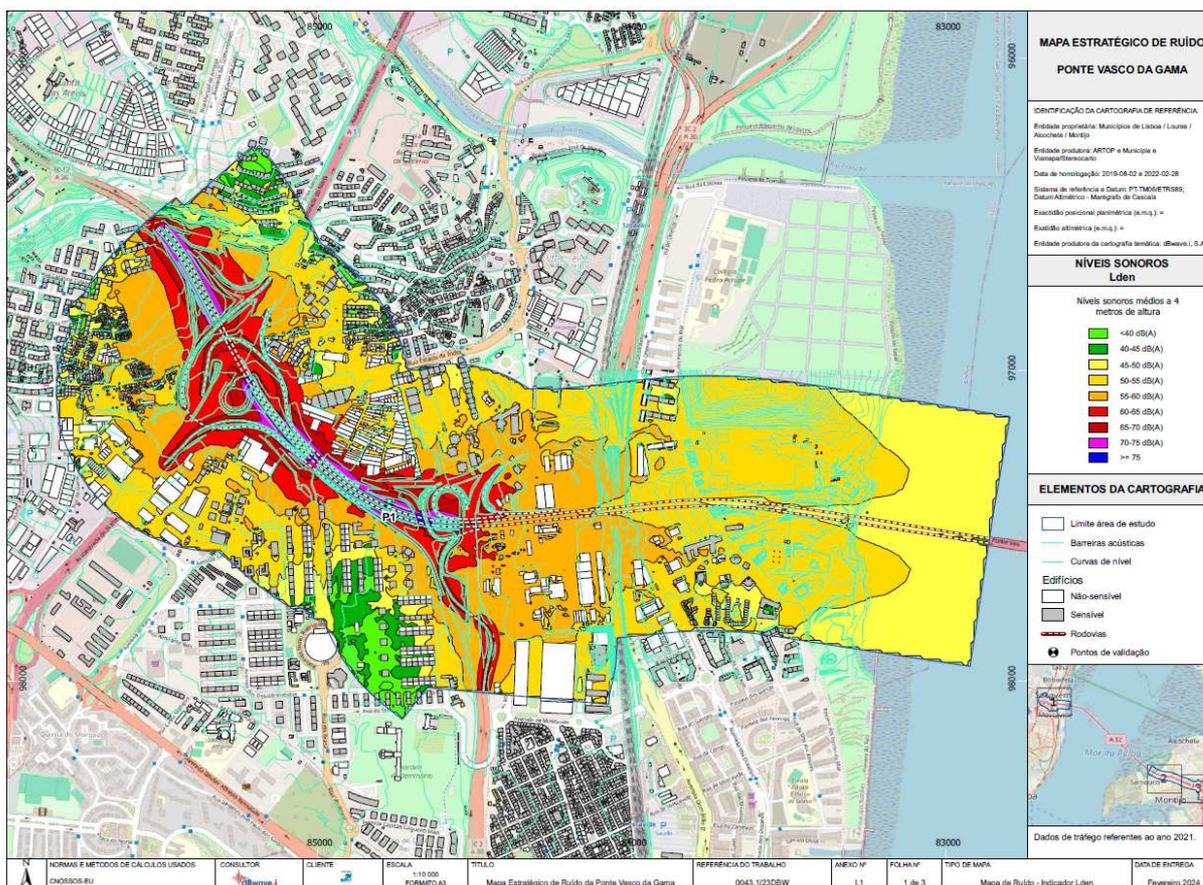


Figura 6-2 – Extrato do MER da Ponte Vasco da Gama para o indicador L_{den} .

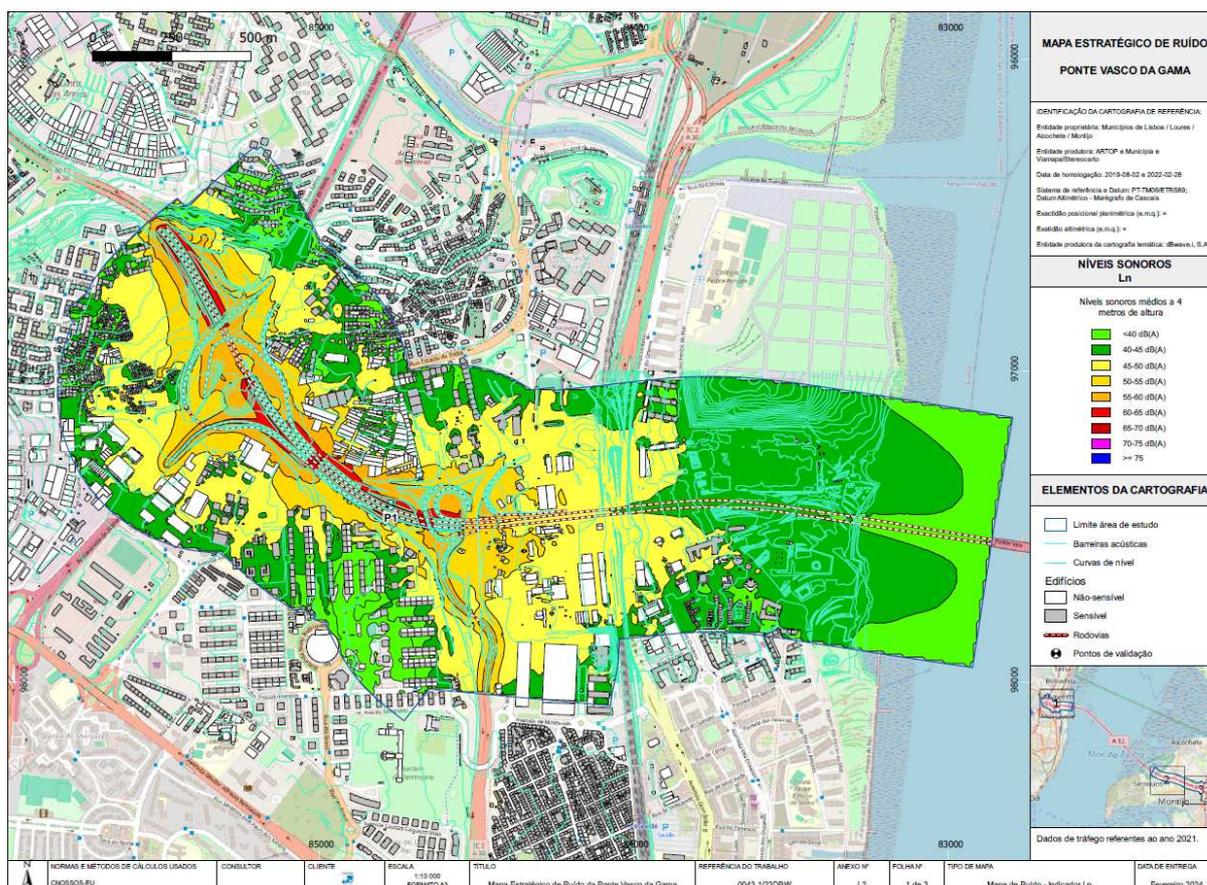


Figura 6-3 – Extrato do MER da Ponte Vasco da Gama para o indicador Ln.

A análise das emissões de ruído da Ponte Vasco da Gama revela a existência de níveis sonoros com alguma expressão no seu entorno embora, na área de maior densidade urbana, do lado norte, os mesmos se encontrem já bastante controlados em resultado da utilização de pisos rodoviários mais silenciosos, instalação generalizada de barreiras acústicas e limites de velocidade de circulação. DO lado sul, em contrapartida, observam-se manchas de ruído mais alargadas em torno da infraestrutura que, no entanto, não têm impactes significativos em áreas residenciais que, neste caso, se encontram mais afastadas da via.

6.2.2. POPULAÇÃO EXPOSTA

Os resultados para a população exposta ao ruído da Ponte Vasco da Gama 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 (em centenas) 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 (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 (ou 1,5 metros para Habitações Têrreas), na fachada mais exposta:]45,50];]50,55];]55,60];]60,65];]65,70]; e $L_n > 70$.

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

Nos quadros em anexo, apresentam-se os resultados obtidos para a Ponte Vasco da Gama 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 Ponte Vasco da Gama nas freguesias do concelho de Lisboa

Lisboa - Parque das Nações	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < L_{den} ≤ 60	0
60 < L_{den} ≤ 65	0
65 < L_{den} ≤ 70	0
70 < L_{den} ≤ 75	0
$L_{den} > 75$	0

Lisboa - Parque das Nações	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < L_n ≤ 50	1
50 < L_n ≤ 55	0
55 < L_n ≤ 60	0
60 < L_n ≤ 65	0
65 < L_n ≤ 70	0
$L_n > 70$	0

Lisboa - Parque das Nações	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < L_{den} ≤ 60	0
60 < L_{den} ≤ 65	0
65 < L_{den} ≤ 70	0
70 < L_{den} ≤ 75	0
$L_{den} > 75$	0

Lisboa - Parque das Nações	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < L_n ≤ 50	92
50 < L_n ≤ 55	0
55 < L_n ≤ 60	0
60 < L_n ≤ 65	0
65 < L_n ≤ 70	0
$L_n > 70$	0

Quadro 6-2 – População exposta ao ruído da Ponte Vasco da Gama nas freguesias do concelho de Loures

Loures - Moscavide e Portela	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	7
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Loures - Moscavide e Portela	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	11
50 < Ln ≤ 55	1
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Loures - Moscavide e Portela	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	697
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Loures - Moscavide e Portela	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	1113
50 < Ln ≤ 55	110
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Loures - Sacavém e Prior Velho	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	7
60 < Lden ≤ 65	1
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Loures - Sacavém e Prior Velho	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	12
50 < Ln ≤ 55	2
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Loures - Sacavém e Prior Velho	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	749
60 < Lden ≤ 65	54
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Loures - Sacavém e Prior Velho	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	1249
50 < Ln ≤ 55	182
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-3 – População exposta ao ruído da Ponte Vasco da Gama nas freguesias do concelho de Alcochete

Alcochete - Alcochete	
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

Alcochete - Alcochete	
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

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

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

Alcochete - Samouco	
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

Alcochete - Samouco	
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

Alcochete - Samouco	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	0
60 < Lden ≤ 65	7
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Alcochete - Samouco	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	7
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Alcochete - São Francisco	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	1
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Alcochete - São Francisco	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	1
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Alcochete - São Francisco	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	94
60 < Lden ≤ 65	35
65 < Lden ≤ 70	6
70 < Lden ≤ 75	3
Lden > 75	0

Alcochete - São Francisco	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	16
50 < Ln ≤ 55	111
55 < Ln ≤ 60	3
60 < Ln ≤ 65	7
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Quadro 6-4 – População exposta ao ruído da Ponte Vasco da Gama nas freguesias do concelho do Montijo

Montijo - Atalaia e Alto Estanqueiro-Jardia	
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

Montijo - Atalaia e Alto Estanqueiro-Jardia	
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

Montijo - Atalaia e Alto Estanqueiro-Jardia	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	0
60 < Lden ≤ 65	0
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Montijo - Atalaia e Alto Estanqueiro-Jardia	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	0
50 < Ln ≤ 55	0
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Montijo - Montijo e Afonsoeiro	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
55 < Lden ≤ 60	2
60 < Lden ≤ 65	3
65 < Lden ≤ 70	0
70 < Lden ≤ 75	0
Lden > 75	0

Montijo - Montijo e Afonsoeiro	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (centenas)
45 < Ln ≤ 50	1
50 < Ln ≤ 55	4
55 < Ln ≤ 60	0
60 < Ln ≤ 65	0
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

Montijo - Montijo e Afonsoeiro	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
55 < Lden ≤ 60	224
60 < Lden ≤ 65	260
65 < Lden ≤ 70	10
70 < Lden ≤ 75	6
Lden > 75	0

Montijo - Montijo e Afonsoeiro	
Classes dB(A)	Nº Estimado de Pessoas (unidades)
45 < Ln ≤ 50	132
50 < Ln ≤ 55	361
55 < Ln ≤ 60	12
60 < Ln ≤ 65	6
65 < Ln ≤ 70	0
Ln > 70	0

No Quadro 6-5 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 6-5 – Quadro de áreas totais e de n.º estimado de fogos habitacionais e pessoas que vivem nessas áreas

Pte. Vasco da Gama	Área total (km ²)	N.º estimado de fogos habitacionais expostos à Pte. Vasco da Gama (centenas)	N.º estimado de pessoas expostas à Pte. Vasco da Gama (centenas)
Lden > 75	0,4	0	0
Lden > 65	1,8	0	0
Lden > 55	5,6	11	21

Pte. Vasco da Gama	Área total (km ²)	N.º estimado de fogos habitacionais expostos à Pte. Vasco da Gama (unidades)	N.º estimado de pessoas expostas à Pte. Vasco da Gama (unidades)
Lden > 75	0,4	0	0
Lden > 65	1,8	13	25
Lden > 55	5,6	1072	2145

7. CONCLUSÕES

A entrada em vigor da Diretiva (UE) 2015/996 veio introduzir um novo método para cálculo de ruído rodoviário em Mapas Estratégicos de Ruído - CNOSSOS-EU (Common Noise Assessment Methods in Europe). De acordo com o Decreto-lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que é uma alteração do DL 146/2006, é necessário elaborar e rever os MER e os PA das grandes infraestruturas de transporte, nomeadamente, rodoviário, ferroviário e aéreo (n.º 1 do artigo 4.º).

O presente estudo reporta-se à 4ª fase de implementação da referida Diretiva e incide nos vários troços rodoviários que integram a infraestrutura da Ponte Vasco da Gama, ou seja: Nós de Sacavém e Variante à EN10, Viaduto Norte, Viaduto da Expo (Parque das Nações), Ponte Principal, Viaduto Central, Viaduto Sul e Acesso Sul.

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 uma extensão variável mas significativa em torno da infraestrutura, e engloba os concelhos de Loures, Lisboa, Alcochete e Montijo.

Todos os resultados apresentados se referem ao ano de 2021, de acordo com o indicado no DL 146/2006, tendo-se por isso utilizado os dados de tráfego fornecidos pela concessionária referentes a esse ano. Foram ainda 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 Outubro e Novembro de 2023), com a observação do modelo através de visualizações a três dimensões. Os resultados em termos de níveis de ruído foram também validados mediante comparação entre valores medidos e valores calculados em pontos recetores discretos, tendo a monitorização sido realizada em 2 pontos, com um mínimo de 48 horas em contínuo.

Da análise dos resultados dos mapas de ruído conclui-se que a Ponte Vasco da Gama provoca algumas situações de sobre-exposição ao ruído na sua envolvente próxima, em que se observa a interseção com recetores sensíveis de isófonas de ruído acima dos limites regulamentares definidos para zonas mistas ($L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A)), embora este tipo de situação esteja já muito minimizada devido medidas de redução de ruído já amplamente desenvolvidas anteriormente, designadamente nas zonas mais críticas: áreas de maior densidade urbana próxima, do lado norte. Nessas zonas foram já instaladas barreiras acústicas em plena via, viadutos e ramos de acesso, colocada camada de desgaste do pavimento em BMB (mais silenciosa) e introduzidos limites de velocidade mais reduzidos. Do lado sul, em contrapartida, a menor densidade urbana e maior afastamento dos recetores sensíveis em relação à via, permitem que, apesar da maior amplitude das isófonas em redor da infraestrutura, os impactes sejam mais reduzidos.

Da análise dos resultados da população exposta, conclui-se que a Ponte Vasco da Gama apresenta um número pouco elevado de pessoas expostas a níveis superiores a 65 dB(A) para o L_{den} (24 pessoas) e 55 dB(A) para o caso do L_n (29 pessoas). Por outro lado, existem ainda 1072 fogos expostos ao ruído dessa GIT sendo que a superfície exposta a $L_{den} > 65$ dB(A) é de aproximadamente 1,8 km².

No futuro próximo, de acordo com o DL 146/2006 e tendo em conta algumas situações de potencial sobre-exposição esta infraestrutura será objeto de Plano de Ação para redução do ruído em que essas situações serão analisadas com mais detalhe.

No Plano de Ação, e uma vez identificadas as eventuais situações concretas de sobre-exposição, serão levadas em conta as medidas de proteção já implementadas e outras já previstas, e estudadas eventuais medidas adicionais de controlo e gestão do ruído.

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.

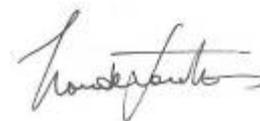
Os mapas estratégicos de ruído aqui apresentados poderão ter um papel importante nesse aspeto, já que, ao exibirem informação relevante e rigorosa sobre a distribuição espacial do ruído em redor das infraestruturas, podem apoiar os decisores municipais na elaboração dos seus planos, bem como ao nível dos licenciamentos. É de referir ainda que, no âmbito do DL 9/2007, todos os municípios têm também de elaborar os seus mapas de ruído sendo que, no caso de Lisboa, por se tratar de uma grande aglomeração, tem também de elaborar um MER e Plano de Ação segundo o DL 146/2006.

Jorge Preto

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

Técnico Superior

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 - Métodos CNOSSOS-EU, versão 2, APA, Novembro 2023.
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. NP ISO 1996-1 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação, IPQ, 2021.
12. NP ISO 1996-2 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente, IPQ, 2021.
13. Guia prático para medições de ruído ambiente, Agência Portuguesa do Ambiente, Julho 2020.
14. 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.
15. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévision des niveaux sonores”, CETUR, 1980.
16. 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.
17. Wolfgang Probst, Implementation of the EU-directive on Environmental Noise Requirements for Calculation Software and Handling with CadnaA, 2003.
18. “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.
19. “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 Congresso Español de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica, European Symposium on Environmental Acoustics and nn Buildings Acoustically Sustainable, Cáceres, outubro 2011.

20. “Reabilitação de pavimentos - reabilitação das características de superfície para a diminuição do ruído pneu-pavimento.” Elisabete Freitas, Paulo Teixeira. Universidade do Minho.
21. “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 (1:10000)