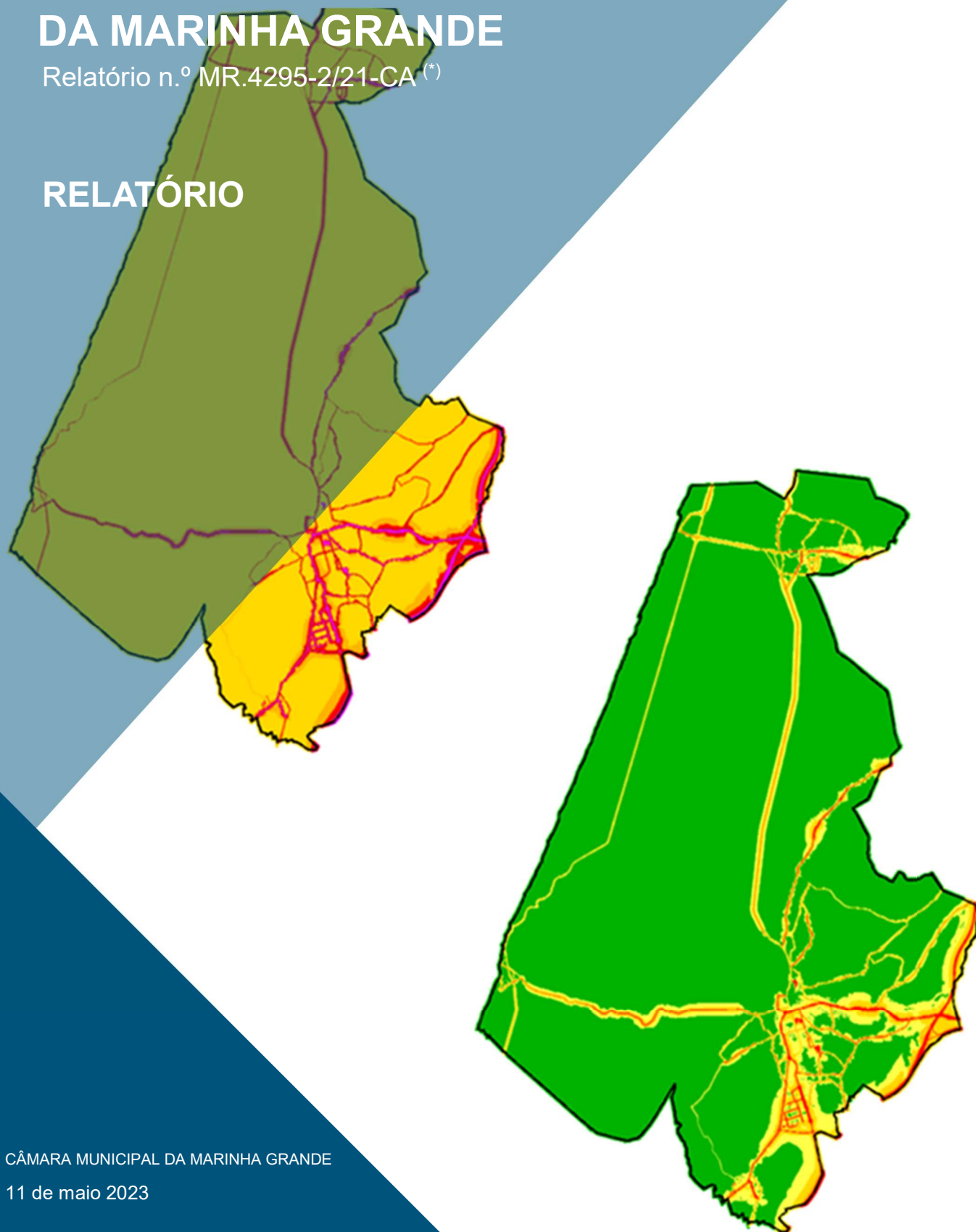


MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DA MARINHA GRANDE

Relatório n.º MR.4295-2/21-CA (*)

RELATÓRIO



CÂMARA MUNICIPAL DA MARINHA GRANDE

11 de maio 2023



(*) Este Relatório Anula e Substitui o anterior MR.4295/21-CA, 3 agosto 2021

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO	3
2. NOTA INTRODUTÓRIA	4
3. DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE INTERESSE.....	5
4. ENQUADRAMENTO LEGAL	7
5. REQUISITOS GENÉRICOS DOS MAPAS DE RUÍDO	8
6. BREVE DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA	9
7. O MODELO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL.....	10
7.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE MODELAÇÃO ACÚSTICA	12
7.2 INDICADORES DE RUÍDO	12
7.3 PERÍODOS DE REFERÊNCIA CONSIDERADOS	12
8. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO	13
8.1 VARIÁVEIS BASE DA MODELAÇÃO E PARAMETRIZAÇÕES DE CÁLCULO	13
8.2 FONTES DE RUÍDO – DADOS DE ENTRADA	15
8.2.1 Tráfego Rodoviário.....	15
8.2.3 Tráfego Ferroviário.....	20
8.2.4 Ruído Industrial.....	20
8.3 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS/ MODELO DE CÁLCULO	21
9. RESULTADOS	23
9.1 MAPAS DE RUÍDO DA SITUAÇÃO ATUAL	23
9.2 MAPAS DE RUÍDO DA SITUAÇÃO FUTURA	23
9.3 INDICADORES DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DOS RECETORES SENSÍVEIS DO CONCELHO	24
9.4 INDICADORES DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DOS RECETORES SENSÍVEIS NA PROPOSTA DE ZONAMENTO	
Acústico	25
10. IMPLICAÇÕES TÉCNICAS E LEGAIS DOS MAPAS	26
10.1 INFLUÊNCIA DIFERENCIADA DE FONTES	26
10.2 MEDIDAS GENÉRICAS DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO DO RUÍDO	27
10.3 NECESSIDADES DE PLANOS DE REDUÇÃO DE RUÍDO	28
11. CONCLUSÕES	29
12. BIBLIOGRAFIA	31

ANEXOS:

ANEXO N.º1 – Representação Esquemática das Estradas/ Troços Estudados na Modelação Acústica

ANEXO N.º2 – Mapas de Ruído do Concelho da Marinha Grande – Ano 2021

ANEXO N.º3 – Mapas de Conflito do Concelho da Marinha Grande – Ano 2021

1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO

DADOS GERAIS

Requerente	Lugar do Plano – Gestão do Território e Cultura, Lda. Avenida de Araújo e Silva, n.º52 3810-010 Aveiro
Entidade em estudo	Câmara Municipal da Marinha Grande Praça Guilherme Stephens 2430-522 Marinha Grande
Ref.ª da Proposta	P4685/15-NP de 19-01-2015
Objetivo do Estudo	Cálculo dos níveis de ruído ambiente exterior do concelho da Marinha Grande e representação gráfica dos Mapas de Ruído e de Compatibilidades resultantes.
2ª Edição	Aditamento dos mapas de conflito e eliminação dos mapas de compatibilidades. Antigo relatório datado a 3 de agosto de 2021.

ESPECIFICAÇÕES DO ESTUDO

Legislação Aplicável	Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro
Normalização e Documentação de Referência	NP ISO 1996-1:2019, NP ISO 1996-2:2019; Anexo I do Decreto-Lei nº 9/2007; IT.LabAV006 - Ensaio_Ruído_Ambiental_LAeq_Longa_Duração.
Métodos de Cálculo	Tráfego rodoviário [Método de cálculo francês NMPB-Routes96]; Ruído Industrial [Norma ISO 9613-2]; Tráfego ferroviário [Método de cálculo nacional Standaard-Rekenmethode II].

EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Cátia Albuquerque, Eng.ª	Técnica LabAV	Cátia Albuquerque
APROVAÇÃO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Cláudia Jacinto Machado, Eng.ª	Diretora Técnica	C. Jacinto

2. NOTA INTRODUTÓRIA

O «Regulamento Geral do Ruído» (RGR), aprovado pelo Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, tem como objeto a prevenção e controlo da poluição sonora, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações. O objetivo do RGR é o de promover um planeamento acústico adequado dos espaços concelhios, num misto de prevenção e de proteção/controlo do ruído e deve efetivar-se, designadamente, na delimitação de zonas onde os níveis de ruído não devem exceder patamares de admissibilidade.

Estas zonas devem ser delineadas em função do uso do solo, atual e/ou programado, e o desenho das mesmas deve ter como elemento fundamental o Mapa de Ruído. Impende sobre as Câmaras Municipais a responsabilidade de definir as tipologias de zonas previstas no RGR, devendo estas ser disciplinadas e incorporadas nos planos municipais de ordenamento do território, assim como executar as recolhas de dados acústicos indispensáveis à sua sustentação.

Conforme se detalhará mais adiante, os Mapas de Ruído constituem uma ferramenta ímpar para prever e visualizar espacialmente os níveis sonoros de uma dada área, onde, nomeadamente, se identificam e catalogam fontes ruidosas e recetores expostos. Os Mapas de Ruído resultantes, que adiante se apresentam nas “Peças Desenhadas”, descrevem detalhadamente a distribuição espacial dos níveis de ruído ambiente exterior da área estudada.

Atualmente, estes trabalhos são preferencialmente efetuados recorrendo a programas computacionais de modelação da emissão e propagação sonora a partir de um conjunto diversificado de informações de base. Estes dados de base podem ser teóricos ou obtidos por técnica de medição. Em qualquer caso, e por motivos de consistência técnica, as medições são indispensáveis para preencher lacunas de informação e por forma validar adequadamente os cenários gerados por modelação matemática.

Nesta memória descritiva são resumidamente descritos aspetos relacionados com a metodologia de execução do trabalho, o enquadramento legislativo e normativo aplicável, os resultados obtidos, assim como uma abordagem às implicações técnicas e legais decorrentes dos dados acústicos recolhidos, designadamente no que se refere aos constrangimentos de zonamento acústico e à eventual necessidade de elaboração de Planos de Redução de Ruído.

No estudo a que se refere este relatório procedeu-se à Atualização dos Mapas de Ruído do Concelho da Marinha Grande, dando assim cumprimento às disposições do Decreto-Lei anteriormente mencionado.

Os níveis de ruído são expressos segundo os indicadores (L_{den} e L_n) e foram obtidos por adaptação e atualização dos dados de entrada dos anteriores mapas elaborados em 2015, ao abrigo do Decreto – Lei nº 292/2000, de 14 de novembro (Estudo Prévio da Revisão do Mapa do Ruído da Marinha Grande, com o nº V02_05_2015, fornecido à RuralMark, Lda – Planeamento e Gestão de Recursos Naturais).

3. DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE INTERESSE

Atividade ruidosa permanente: Atividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais ou de serviços.

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

Indicadores de ruído diurno (L_d), do entardecer (L_e) e noturno (L_n): Níveis sonoros de longa duração, conforme definidos na NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinados durante séries dos respetivos períodos de referência e representativos de um ano.

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

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

Infraestrutura de transporte: Instalação e meios destinados ao funcionamento de transporte aéreo, ferroviário ou rodoviário.

Intervalo de tempo de longa duração: intervalo de tempo especificado para o qual os resultados das medições são representativos, consistindo em séries de intervalos de tempo de referência.

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

Nível de pressão sonora ponderado A, L_{pA} : nível de pressão sonora dado pela fórmula:

$$L_{pA} = 10 \lg \left(\frac{p}{p_0} \right)^2$$

onde p é o valor eficaz da pressão sonora e p_0 é a pressão sonora de referência (20 μ Pa).

Nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, $L_{Aeq,T}$: valor do nível de pressão sonora, ponderado A, de um ruído uniforme que, no intervalo de tempo T, tem o mesmo valor eficaz da pressão sonora do ruído cujo nível varia em função do tempo.

Nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, $L_{Aeq,LT}$: média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes ponderados A para as séries de intervalos de tempo de referência compreendidos no intervalo de tempo de longa duração.

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

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

Ruído ambiente: ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto de todas as fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado.

Zonas Mistas: 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.

Zonas Sensíveis: 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.

Zonas urbana consolidada: Zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

4. ENQUADRAMENTO LEGAL

Os princípios consagrados no RGR definem um quadro regulador da poluição sonora com ênfase no princípio da prevenção, que se consubstancia na incorporação da variável «ruído» no ordenamento territorial e no estabelecimento de um conjunto de requisitos diversos à instalação e exercício de *atividades ruidosas*.

Pretende-se integrar o fator ruído na tomada de decisão com o propósito de evitar a coexistência de usos do solo conflituosos e prevenir a exposição das populações a um fator de poluição que vem sendo um dos principais fatores de mal-estar da população, no que às temáticas ambientais diz respeito. O objetivo fundamental é assegurar a não violação dos **valores limites de exposição** (artigo 11.º do RGR)¹²:

- a) 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 .
- b) 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 .

Prevê o RGR, no n.º 2 do artigo 6.º, que é da competência dos municípios, «a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas». No n.º 3 do mesmo artigo está estabelecido que o processo de zonamento «implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor».

No n.º 1 do artigo 7.º, o RGR estabelece a obrigatoriedade de as câmaras municipais elaborarem «mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos diretores municipais e dos planos de urbanização».

No artigo 8.º enquadram-se ainda os requisitos dos «planos municipais de redução de ruído», que devem ser implementados quando as zonas sensíveis ou mistas se encontram expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores fixados no artigo 11.º. Estes planos devem ser executados num prazo máximo de dois anos contados a partir da data de entrada em vigor do RGR (fevereiro de 2009).

¹ Os municípios podem estabelecer em espaços delimitados, designadamente em centro históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos estabelecidos para zonas sensíveis.

² Valores que podem variar consoante exista ou esteja projetada para a sua proximidade uma grande infraestrutura de transporte.

5. REQUISITOS GENÉRICOS DOS MAPAS DE RUÍDO

Um Mapa de Ruído é uma representação da distribuição geográfica de um indicador de ruído, reportando-se a uma situação existente ou prevista para uma determinada área. Na perspetiva traçada pelo RGR, os mapas de ruído devem constituir ferramentas dinâmicas e estratégicas de análise e planeamento. Para o efeito, devem cumprir um conjunto de requisitos, dos quais se destacam:

- ↳ Expressar uma situação existente, anterior ou prevista em função de um indicador de ruído;
- ↳ Demonstrar situações de ultrapassagem de valores-limite legais ou programáticos;
- ↳ Caracterizar as principais fontes sonoras envolvidas, tipicamente, tráfego rodoviário, tráfego ferroviário, aeroportos e instalações industriais;
- ↳ Estimar recetores sensíveis numa determinada zona que estão expostos a valores específicos de um dado indicador de ruído.

Nesta perspetiva, os mapas de ruído servirão como elemento fundamental com vista a:

- ↳ Preservar zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros regulamentares;
- ↳ Corrigir zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros não regulamentares;
- ↳ Criar novas zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros compatíveis com os usos.

6. BREVE DESCRIÇÃO DA ÁREA ESTUDADA

O objeto do presente trabalho consistiu na elaboração dos mapeamentos de ruído de toda a área do concelho da Marinha Grande, à escala 1:10 000 (PDM). Composto por 3 freguesias, o concelho da Marinha Grande tem uma área total aproximada de 187,25 Km² e uma população residente de 38 681 habitantes (dados do Censos 2011), correspondendo uma densidade populacional de cerca de 206,6 habitantes/km².

Quadro 1: Dados populacionais das freguesias da área de estudo (Fonte: Censos 2001 e 2011).

Freguesia	População Residente	
	2001	2011
Marinha Grande	28 372	31 413
Vieira de Leiria	5 781	5 845
Moita	1 418	1 423
TOTAL	35 571	38 681

O concelho da Marinha Grande é atravessado por um conjunto de vias que formam uma rede viária que assegura facilmente as ligações internas e as ligações externas de proximidade, designadamente aos concelhos vizinhos, encontrando-se igualmente numa posição muito favorável face às vias que permitem assegurar o estabelecimento das ligações regionais e nacionais.

Relativamente à rede viária, o concelho é atravessado pela A8, A17 e a EN242, EM242-1 e ER242-2, que ligam o município aos concelhos vizinhos e ao território nacional. Em relação à rede ferroviária, o concelho é atravessado pela linha ferroviária do Oeste.

A nível industrial, o concelho da Marinha Grande tem como principal atividade económica a indústria, associada aos produtos metálicos, plásticos e vidreiras.

7. O MODELO DE DESENVOLVIMENTO TERRITORIAL

Para a execução da revisão dos mapas de ruído da área estudada, tomaram-se como referência os requisitos descritos nos documentos técnicos da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) «Elaboração de Mapas de Ruído – Princípios Orientadores» e «Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído» (dezembro de 2011), assim como outros aspetos previstos na Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002, relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente.

A informação necessária à elaboração de mapas de ruído pode ser obtida utilizando modelos de cálculo devidamente validados ou recorrendo a medições acústicas. A solução ideal depende de um conjunto diversificado de fatores, como sejam a quantidade e qualidade da informação disponível, os objetivos que se pretendem alcançar, as escalas de trabalho, a tipologia de fontes sonoras envolvidas, etc.

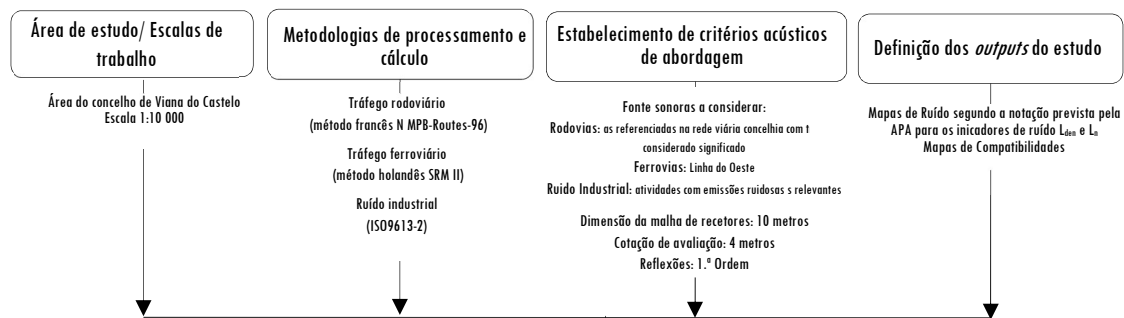
As abordagens estritamente baseadas em medições apresentam limitações significativas, como sejam a morosidade na obtenção de resultados, o caráter pontual dos mesmos e a reduzida flexibilidade ao nível da predição e atualização. Apesar disto, esta prática é ainda utilizada em unidades industriais ou outras instalações de áreas limitadas onde as complexidades de fontes sonoras presentes tornam a técnica de medida num procedimento mais eficiente. No entanto, a modelação matemática constitui, por excelência, a ferramenta de suporte em previsão e é desejável na perspetiva de obtenção de resultados e bases de trabalho dinâmicas.

No presente estudo utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação. Por motivos de consistência técnica, efetuou-se um conjunto de medições que possibilitaram obter dados acústicos indispensáveis à obtenção de Mapas Acústicos representativos e reprodutíveis. Mais em concreto, a necessidade de realização de campanhas de medição, segundo procedimentos normalizados, foi essencialmente motivada por duas ordens de razões:

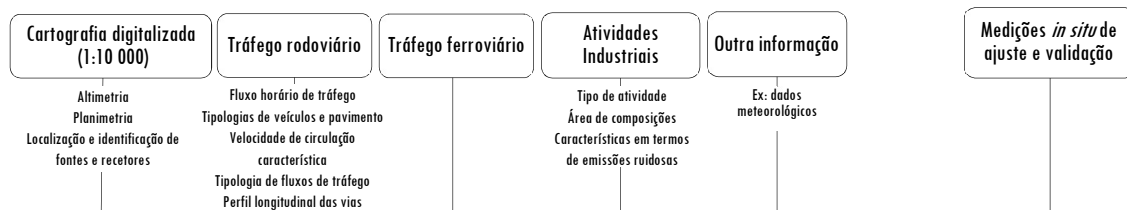
- A inevitável necessidade de se efetuar ajustamentos entre os valores estimados por modelação e os resultados de medições diretas, nomeadamente porque os algoritmos de cálculo matemático utilizados têm pressupostos de base que nem sempre são aplicáveis de forma idêntica a diferentes situações concretas;
- Em qualquer caso, e sempre que possível, as abordagens preditivas devem ser adequadamente sustentadas por mecanismos de validação, confrontando as previsões com dados “reais”.

O diagrama seguidamente apresentado procura sintetizar a metodologia seguida para a produção dos mapas de ruído do concelho da Marinha Grande.

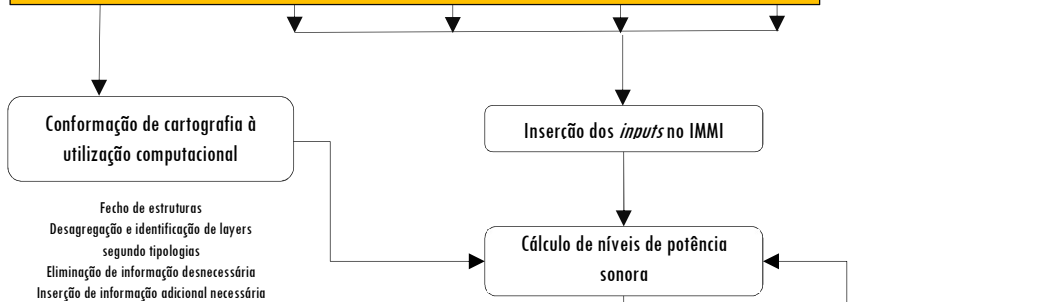
I. Definição do Âmbito e Objetivos do Estudo



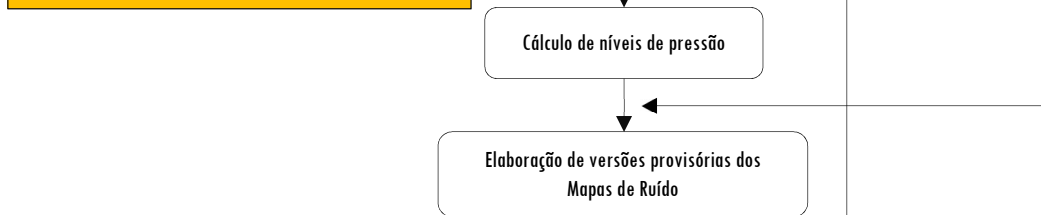
II. Recolha de Dados de Entrada



III. Pré-processamento de dados de entrada



IV. Modelação e Previsão dos Níveis Sonoros



V. Produção e Análise dos Mapas de Ruído

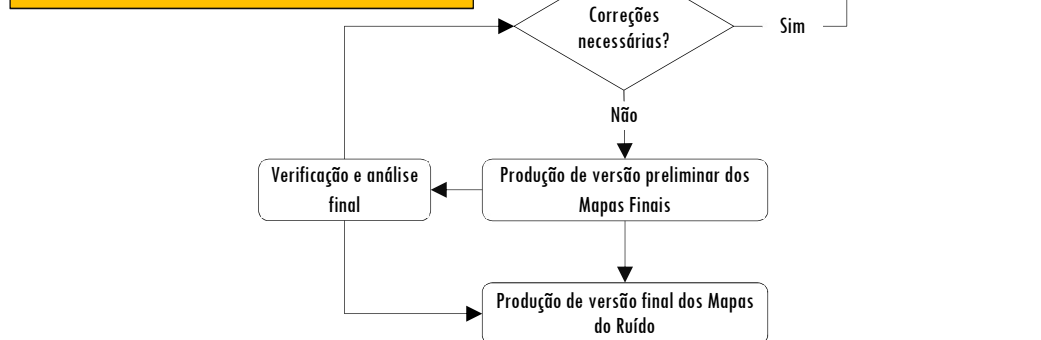


Figura 1: Diagrama de síntese da metodologia adotada.

7.1 PRINCÍPIOS BÁSICOS DE MODELAÇÃO ACÚSTICA

Os algoritmos de cálculo de modelação acústica têm todos uma formulação matemática base universal. O nível de pressão sonora originada num ponto por uma determinada fonte sonora (ou um conjunto de fontes sonoras – os princípios mantêm-se inalterados) pode ser determinado através da seguinte equação:

$$L_p = L_w + D_c + C_b - A_p,$$

onde,

- L_p é o nível de pressão sonora no ponto recetor, em dB (ref. 20 μ Pa);
- L_w é o nível de potência sonora da fonte, em dB (ref. 1 pW);
- D_c é o fator de correção de diretividade, em dB (para o caso de a fonte não emitir igualmente em todas as direções);
- C_b é a correção para o tempo de emergência para o ruído da fonte, em dB. Por exemplo, o nível de "longo-termo" é reduzido 3 dB no caso de a fonte só funcionar metade do intervalo de tempo de referência;
- A_p é a atenuação devida à propagação, em dB.

A atenuação pode ser subdividida em diversos fenómenos físicos:

$$A_p = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} + C_{refl},$$

onde,

- A_{div} – atenuação devida ao efeito de divergência geométrica;
- A_{atm} – atenuação devida à absorção atmosférica;
- A_{gr} – atenuação devida à absorção / reflexão pelo solo;
- A_{bar} – atenuação devida ao efeito de difração em barreiras;
- A_{misc} – atenuação devida a outros efeitos (efeitos meteorológicos, dispersão através de estruturas acusticamente complexas, etc.);
- C_{refl} – correção devida aos efeitos de reflexão.

7.2 INDICADORES DE RUÍDO

Os mapas de ruído são elaborados para os indicadores de ruído L_{den} e L_n , na aceção prevista no RGR (ver definições e conceitos de interesse).

7.3 PERÍODOS DE REFERÊNCIA CONSIDERADOS

Conforme estabelecido no RGR, consideraram-se os períodos de referência **diurno (7:00h – 20:00 h)**, do **entardecer (20:00h – 23:00h)** e **noturno (23:00 – 7:00h)**.

8. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO

8.1 VARIÁVEIS BASE DA MODELAÇÃO E PARAMETRIZAÇÕES DE CÁLCULO

Para a elaboração dos Mapas de Ruído do presente estudo, utilizou-se o software computacional para simulação da emissão e propagação sonora “IMMI”, versão 2015 (Wölfel Meßsysteme GmbH, Alemanha). Trata-se de um programa computacional de eficácia comprovada e parametrizado de acordo com métodos de cálculo devidamente validados e recomendados pela Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002, alterada pela Diretiva 2015/996, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente. No quadro 2, descrevem-se as principais parametrizações de cálculo de base à modelação para elaboração dos mapas de ruído do concelho da Marinha Grande.

Quadro 2: Resumo das configurações de cálculo utilizadas.

Parâmetros	Especificações
Métodos de cálculo	Tráfego rodoviário ↳ Método de cálculo francês NMPB-Routes96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), publicado na norma francesa XPS 31-133. Dados de entrada conforme o «Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR, 1980» Ruído Industrial ↳ Norma ISO 9613-2: «Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors. Part 2: General method of calculation» ↳ Dados de entrada a partir de medições segundo as normas ISO 8297:1994/Amd 1:2021, NP EN ISO 3744:2010 e EN ISO 3746:2010. Tráfego ferroviário ↳ Método de cálculo nacional Standaard-Rekenmethode II dos Países Baixos.
Malha de cálculo	10*10 metros, resultando num total de cerca de 2096070 pontos de cálculo. ↳ A malha de cálculo de um projeto de modelação acústica computacional fixa o número de pontos de cálculo a partir dos quais o programa “desenha” as linhas isofónicas e as manchas de ruído da área em abordagem.
Aproximação de cálculo relativamente à contribuição isolada de cada fonte sonora em cada ponto de cálculo	20 dB(A). ↳ Para um determinado ponto de cálculo, o programa despreza a contribuição de fontes sonoras cuja contribuição (fontes afastadas e/ou de baixa potência sonora relativa) para o nível sonoro nesse local seja inferior a um critério quantitativo preestabelecido. No caso presente, a partir de uma previsão “grosseira” inicial, o programa despreza todas as fontes sonoras que originem no ponto de cálculo valores de pressão sonora inferiores a 20 dB(A) relativamente à

Parâmetros	Especificações
	estimativa global inicial.
Grau de reflexões	1.ª ordem. ↳ Para além dos raios sonoros diretos, o nível de pressão sonora num determinado ponto é também influenciado pelos efeitos de barreira e reflexão provocados por estruturas como edifícios. Estes fenómenos podem assumir particular relevância em áreas urbanas onde a densidade de edificado é usualmente elevada.
Critério de distância máxima para estruturas refletoras	200 metros. ↳ Caso nada seja previamente definido em contrário, para um determinado ponto de emissão sonora o modelo considera todas as estruturas refletoras presentes, o que torna o cálculo muito complexo e demorado. Facilmente se depreende que à medida que aumenta a distância entre o local de emissão e as estruturas refletoras menor será a contribuição das ondas refletidas, chegando-se a uma distância onde esta será irrelevante. Assim sendo, torna-se indispensável estabelecer uma distância máxima ao ponto de emissão até à qual o programa considerará as estruturas como elementos refletoras – no presente caso, a distância considerada é de 200 metros.
Altura de avaliação	4 metros. ↳ Este parâmetro define a cota acima do nível do solo para a qual se reportam os valores a calcular.
Modelo altimétrico	Curvas de adensamento topográfico de equidistância de 5 metros.
Magnitude dos fenómenos de absorção pelo solo	Considerou-se que o mesmo era medianamente absorvente (coeficiente de absorção sonora, $\alpha_{med} = 0,5$).
Localização e volumetria dos edifícios	Utilizou-se a informação contida na cartografia digitalizada ao nível da tipologia de edifícios e informação dos censos quanto ao número de pisos dos edifícios de cada freguesia. Considerou-se que cada piso apresenta uma altura média de 3 metros.
Condições meteorológicas	Considerando a inexistência de dados de parâmetros meteorológicos nos formatos exigidos pelo modelo de cálculo utilizado, adotaram-se as seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação sonora: período diurno – 50%, período entardecer – 75%, período noturno – 100%.

8.2 FONTES DE RUÍDO – DADOS DE ENTRADA

Relativamente aos dados de entrada considerados, descrevem-se nos pontos seguintes os pressupostos assumidos e as atualizações consideradas.

8.2.1 Tráfego Rodoviário

8.2.1.1 Identificação das Vias Estudadas

No quadro 3 apresentam-se as vias de tráfego caracterizadas no âmbito do presente estudo (a toponímia abaixo referida é baseada na informação contida nas peças cartográficas fornecidas pela Câmara Municipal da Marinha Grande e da informação geográfica que disponibiliza *online* no GeoPortal).

Quadro 3: Rede rodoviária do Concelho da Marinha Grande estudada no âmbito do presente trabalho.

Tipo de Via	Designação da Via	
Auto-Estrada	A8 e A17	
Estradas Nacionais	EN 242	
Estrada Regional	ER 242-2 e ER 349	
Estrada Municipal	Estrada Atlântica, EM 242-1 e Estrada da Nazaré	
Ruas e Avenidas	Praia da Vieira	[R1] Avenida Marginal, [R2] Avenida dos Pescadores e [R3] Rua D. Dinis.
	Vieira de Leiria	[R4] Estrada da Praia (ER 349), [R5] Rua Manuel Dinis Parreira (ER 349), [R6] Rua Pires de Campos (ER349), [R7] Rua de Leiria (ER 349), [R8] Rua da Vieira, [R9] Rua do Casal d'Anja, [R10] Rua da Indústria, [R11] Rua da Passagem, [R12] Rua dos Vidreiros, [R13] Rua 25 de Abril, [R14] Rua Joaquim Thomé Féteira, [R15] Avenida Lúcio Thomé Féteira, [R16] Rua Santo António de Platina, [R17] Rua José Moreira, [R18] Rua do Mercado, [R19] Rua D. António Luís de Lacerda Pereira Coutinho.
	São Pedro de Moel	[R20] Avenida do Farol, [R21] Avenida Marginal, [R22] Avenida da Liberdade (ER 242-2), [R23] Rua Aníbel Bettencourt, [R24] Rua D. Dinis, [R25] Avenida das Piscinas, [R26] Rua Pôr do Sol, [R27] Avenida José Nobre Marques.
	Marinha Grande	[R28] Rua Central - Rua Principal - Rua da Garcia, [R29] Rua do Rego, [R30] Rua das Lagoinhas, [R31] Rua dos Francos, [R32] Rua Manuel Pereira Roldão – Rua de Casal Galego – Rua Álvaro Cunhal, [R33] Rua da Manilharte – Rua Moinho

Tipo de Via	Designação da Via	
		D'Amélia – Rua do Pinheiro Manso, [R34] Estrada do Pero Neto e Rua da Charneca.
Ruas e Avenidas	Marinha Grande	[R35] Rua do Cartaxo, [R36] Rua das Figueiras - Rua Cabeço da Garcia, [R37] Rua 25 de Abril, [R38] Rua Vila Real de Stº. Antonio, [R39] Rua do Lamarão, [R40] Avenida 1º de Maio, [R41] Avenida da Liberdade, [R42] Avenida Engº Arala Pinto, [R43] Rua Vasco da Gama, [R44] Rua Santos Barbosa, [R45] Rua 10 de Junho, [R46] Rua Antonio Maria da Silva, [R47] Rua dos Cravos, [R48] Rua dos Carreirinhos, [R49] Estrada dos Guilhermes, [R50] Rua das Fontínhas, [R51] Rua do Matadouro, [R52] Avenida John Beare, [R53] Rua Infante D. Henrique, [R54] Rua de Angola, [R55] Rua das Rosas da Pedra de Cima e Rua da Escola, [R56] Rua S. Benef. e Recreio 1º de Janeiro, [R57] Rua Catarina Eufémia, [R58] Rua das Bicas, [R59] Estrada da Maceira, [R60] Rua da Charnequinha.
	Moita	[R61] Rua 1º de Dezembro e [R62] Rua do Lavadouro

Na peça desenhada n.º 1 representam-se esquematicamente as estradas caracterizadas neste estudo. Com a notação T1, T2, T3, ... identificam-se os diferentes segmentos / troços de cada via rodoviária caracterizada.

8.2.1.2 Caracterização dos Dados de Entrada – Situação Atual

Os dados de entrada foram obtidos segundo os pressupostos seguidamente descritos.

- I. Para as vias (ou segmentos de vias) em que se verificou existirem dados de tráfego atualizados (ano 2019) e disponibilizados pela entidade Infraestruturas de Portugal (IP), procedeu-se às atualizações correspondentes.

Quadro 4: Dados de tráfego das IP em pontos de contagem situados no concelho da Marinha Grande.

Via rodoviária	Sublanços	N.º Veículos (TMDA)	% Pesados
A8	T1 - Leiria Norte	7 231	7
A17	T1 - Marinha Grande Este	8 884	11
	T2 - Marinha Grande Sul	13 783	6
	T3 - Pataias «Marinha Grande Sul	12 937	11
EN 242	Martingança – Marinha Grande (acesso IC1)	11 318	3
EN 242	Marinha Grande - Pincheiros	25 818	6
EN 242-2	EN 242-2 - Marinha Grande – São Pedro de Moel	1 899	5

- II. Para as restantes estradas concelhias, não foi possível obter junto das entidades de contagem de tráfego, informação atual sobre esses dados. Foi também verificado que, desde a última versão dos Mapas de Ruído, não foram construídas vias rodoviárias relevantes e o aumento da população não foi relevante segundo os últimos censos. Então, foi utilizado os dados da edição dos Mapas de Ruído do Ano 2015.
- III. Para o cálculo do tráfego rodoviário associado às zonas industriais, foi considerado a estimativa de 6,95 veículos (TMD) por cada 1.000 m² de área de construção, de acordo com a metodologia do Institute of Transportation Engineers (1997).

No quadro 5 apresentam-se os dados de entrada finais dos fluxos de tráfego considerados para o cálculo dos Mapas de Ruído.

Quadro 5: Dados de tráfego nas vias consideradas para a previsão dos níveis sonoros.

Estrada	Troço	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
A8	T1	421	29	252	23	64	6
A17	T1	495	60	295	18	76	16
	T2	809	52	482	16	123	14
	T3	720	87	430	27	110	24
EN 242	T1	1355	107	910	23	225	23
	T2	1476	150	991	33	245	33
	T3	1605	64	1078	15	266	15
	T4	870	21	584	4	144	5
	T5	927	24	623	5	154	6
	T6	411	12	276	3	68	3
	T7	483	28	324	6	80	6
EM 242-1	T1	51	2	34	1	10	0
	T2	133	2	89	1	18	0
	T3	663	12	216	9	20	0
	T4	631	12	206	9	17	0
ER 242-2	T1	311	20	209	6	52	6
	T2	134	9	90	3	22	3
	T3	38	0	25	0	6	0
Estrada Atlântica (EA)	--	64	0	43	0	11	0
Estrada Nazaré	--	67	0	45	0	11	0
Praia da Vieira							
[R1] Av. Marginal	--	192	0	104	0	56	0
[R2] Av. Pescadores	--	165	0	111	0	21	0
[R3] Rua D. Dinis	T1	89	6	60	1	15	1
	T2	286	0	154	0	16	0
Vieira de Leiria							
[R4] Estrada da Praia	--	183	0	123	0	29	0

Estrada	Troço	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
[R5] Rua Manuel Dinis Parreira	--	288	7	194	1	28	0
[R6] Rua Pires Campos	--	279	9	187	2	21	5
[R7] Rua de Leiria (ER 349)	--	406	9	273	2	29	11
[R8] Rua Vieira	--	162	0	87	0	23	0
[R9] Rua Casal d'Anja	--	80	0	43	0	23	0
[R10] Rua da Indústria	--	157	0	106	0	26	0
[R11] Rua da Passagem	--	69	0	37	0	20	0
[R12] Rua dos Vidreiros	T1	157	0	85	0	45	0
	T2	59	0	32	0	17	0
[R13] Rua 25 Abril	--	192	0	103	0	55	0
[R14] Rua Joaquim Thomé Féteira	--	117	0	94	0	24	0
[R15] Av Lucio Thomé Féteira	--	193	13	104	1	18	1
[R16] Rua Santo António de Platina	--	70	0	50	0	16	0
[R17] Rua José Moreira	--	193	13	104	1	18	1
[R18] Rua do Mercado	--	193	13	104	1	18	1
[R19] Rua D. Antonio Luis de Lacerda Pereira Coutinho	--	281	0	151	0	81	0
S. Pedro de Moel							
[R20] Av. Farol	--	64	0	43	0	11	0
[R21] Av. Marginal	--	17	0	9	0	5	0
[R22] Avenida da Liberdade	T1	44	0	30	0	7	0
	T2	25	0	17	0	4	0
[R23] Rua Aníbal Bettencourt	--	50	0	27	0	14	0
[R24] Rua D. Dinis	--	42	0	23	0	12	0
[R25] Avenida das Piscinas	T1	142	0	77	0	41	0
	T2	100	0	54	0	29	0
[R26] Rua do Pôr do Sol	--	7	0	4	0	2	0
[R27] Av. José Nobre Marques	--	85	0	46	0	25	0
Marinha Grande							
[R28] Rua Central/Rua Principal/Rua da Garcia	--	381	5	205	0	110	0
[R29] Rua do Rego	--	40	5	35	0	2	0
[R30] Rua das Lagoinhas	--	47	5	44	0	8	0
[R31] Rua dos Francos	T1	256	0	138	0	16	0
	T2	377	0	203	0	30	0
[R32] Rua Manuel Pereira Roldão/Rua de Casal Galego/Rua Álvaro Cunha	--	575	0	310	0	51	0
[R33] Rua da Manilharte/Rua Moinho D'Amélia/Rua do Pinheiro Manso	--	46	4	25	0	13	0

Estrada	Troço	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
[R34] Estrada do Pero Neto e Rua da Charneca	---	116	15	62	1	33	1
[R35] Rua do Cartaxo	--	86	0	46	0	25	0
[R36] Rua das Figueiras - Rua Cabeço Garcia	--	216	10	116	1	62	1
[R37] Rua 25 de Abril	--	699	14	121	1	30	1
[R38] Rua Vila Real de Stº. Antonio	--	312	12	169	0	90	0
[R39] Rua do Lamarão	--	997	53	538	1	70	1
[R40] Avenida 1º de Maio	T1	563	0	304	1	162	1
	T2	516	0	278	0	149	0
[R41] Avenida da Liberdade	T1	374	0	91	0	33	0
	T2	374	0	117	0	37	0
[R42] Av. Eng.º Arala Pinto	--	569	10	160	0	50	0
[R43] Rua Vasco da Gama	--	316	0	170	0	91	0
[R44] Rua Santos Barbosa	--	357	7	192	0	103	0
[R45] Rua 10 de Junho	--	158	14	85	11	25	1
[R46] Rua Antonio Maria da Silva	--	438	15	236	0	126	0
[R47] Rua dos Cravos	--	219	0	118	0	63	0
[R48] Rua dos Carreirinhos	--	249	62	134	1	72	1
[R49] Estrada dos Guilhermes	T1	669	62	361	6	193	4
	T2	669	62	361	6	193	4
[R50] Rua das Fontínhas	--	240	0	152	0	46	0
[R51] Rua do Matadouro	--	275	0	148	0	79	0
[R52] Avenida John Beare	--	333	0	180	0	96	0
[R53] Rua Infante D. Henrique	--	501	9	67	2	18	1
[R54] Rua de Angola	--	245	0	132	0	71	0
[R55] Rua das Rosas da Pedra de Cima e Rua da Escola	--	53	4	28	0	15	0
[R56] Rua S. Benef. e Recreio 1º de Janeiro	--	274	0	148	0	79	0
[R57] Rua Catarina Eufémia	--	287	0	155	0	83	0
[R58] Rua das Bicas	--	166	0	89	0	48	0
[R59] Estrada da Maceira	--	429	0	231	0	74	0
[R60] Rua da Charnequinha	--	26	0	16	0	5	0
Moita							
[R61] Rua 1º de Dezembro	--	142	0	76	0	41	0
[R62] Rua do Lavadouro	--	174	0	94	0	50	0

Observações: VL – Veículos ligeiros e VP - Veículos pesados

8.2.3 Tráfego Ferroviário

O concelho da Marinha Grande é servido por uma ferrovia, a linha do Oeste. Atendendo aos tipos de composições e aos respetivos regimes atuais de circulação, consideraram-se as emissões ruidosas produzidas pela circulação de comboios de passageiros (Comboios inter-regional e regionais).

Para além desta informação, introduziram-se os restantes inputs necessários: número médio horário de movimentos e respetiva velocidade de circulação característica. Procedeu-se ao levantamento dos regimes de circulação vigentes para o ano de 2019 na Linha Oeste no troço que atravessa o concelho da Marinha Grande, dados recolhidos na página da internet dos Caminhos de Ferro Portugueses (www.cp.pt) para os comboios regionais e fornecidos pelas Infraestruturas de Portugal para os comboios de mercadorias, e que se resumem no quadro 6.

Quadro 6: Dados sobre regimes de circulação ferroviária na Linha do Oeste (2019).

Tipologia	N.º Comboios (TMDA)	
Diurno (7h-20h)	10,0	14,0
Entardecer (20h-23h)	2,0	
Noturno (23h-7h)	2,0	

8.2.4 Ruído Industrial

Dada a multiplicidade de fenómenos envolvidos em atividades industriais, a abordagem de cálculo pressupõe o conhecimento detalhado da potência sonora dos equipamentos ruidosos instalados. A execução de mapas de ruído de plantas/áreas industriais é um processo complexo que deve ser objeto de estudo dedicado.

Na escala de abordagem do presente estudo, importa sobretudo obter indicadores de ruído que permitam descrever, com razoável grau de aproximação, as principais emissões ruidosas das principais áreas/indústrias ruidosas. Atendendo, as recomendações da APA, os mapas de ruído devem incluir pelo menos as Indústrias sujeitas a Avaliação de Impacte Ambiental (A.I.A.) e Prevenção e Controlo Integrados de Poluição (PCIP).

Em termos de implantação industrial, o concelho da Marinha Grande (MG) caracteriza-se pela existência de espaços industriais consolidados e de dimensão apreciável.

No presente estudo, procedeu levantamento e aferição das emissões sonoras de espaços industriais modelados no estudo anterior, tendo-se mantidos as fontes de emissão anteriores, seguidamente identificadas:

- Zona Industrial da Marinha Grande
- Zona Industrial da Marinha Pequena
- Área Industrial de Vieira de Leiria
- Área de implementação da fábrica “Santos Barosa”
- Área de implementação da fábrica “Barbosa & Almeida”
- Área de implementação da fábrica “Ricardo Gallo”

No presente estudo, foram consideradas as mesmas unidades indústrias caracterizadas no anterior estudo nº V02_05_2015.

Para além dessas e devido à inexistência de informação relativa às restantes indústrias instaladas nas diversas zonas industriais, foram modeladas todas as unidades industriais passíveis de influenciar o ambiente sonoro médio de longa duração na sua envolvente e principalmente junto aos recetores sensíveis.

Muitas vezes as emissões sonoras das unidades industriais não têm importância relativa assinalável, especialmente quando comparadas com o tráfego rodoviário existente na sua proximidade.

8.3 VALIDAÇÃO DOS RESULTADOS/ MODELO DE CÁLCULO

Foram efetuadas medições acústicas, em 2 locais, para validação dos resultados obtidos, conforme descrito no documento “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, conforme indicado na figura 2.

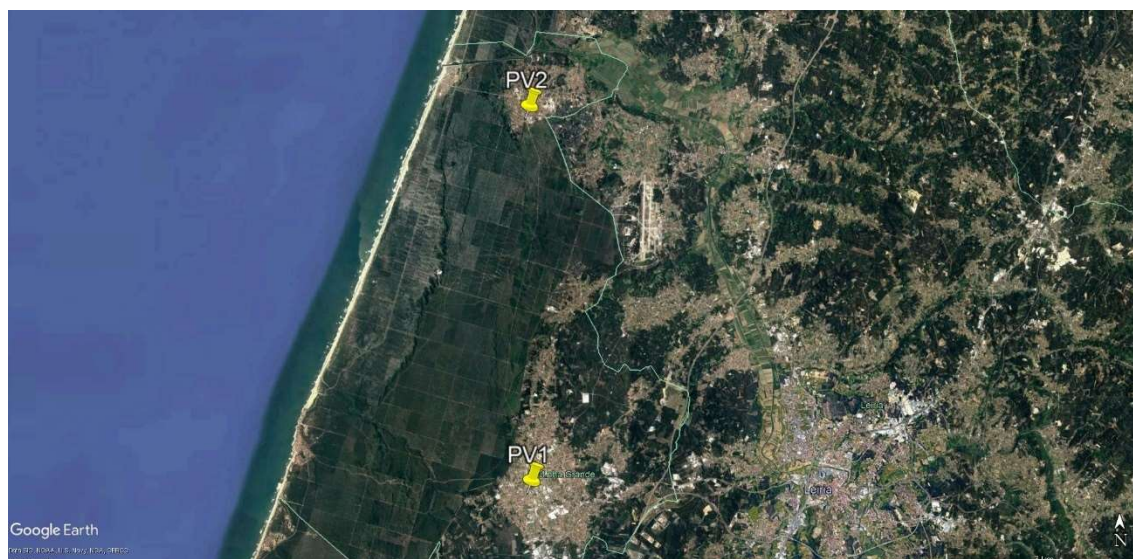


Figura 2: Localização dos pontos de validação.

As campanhas de medição realizadas obedeceram aos requisitos previstos na NP ISO 1996 - «Acústica – Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiente» e às especificações previstas nos métodos de cálculo utilizados.

Em conformidade com as diretrizes da APA, foram efetuadas medições em dois dias distintos, com a recolha de amostras abrangendo diversos intervalos horários em cada período de referência.

Tendo em consideração que os mapas de ruído foram obtidos por processo de predição / cálculo, o que implicou necessariamente a adoção de um conjunto de pressupostos e simplificações de relevo, a escolha do local de monitorização acústica para efeitos de validação dos resultados obtidos cumpriu um conjunto estrito de critérios, designadamente, ponto com influência predominante de um só tipo de fonte sonora, local de ocupação sensível do solo e zona com resultados próximos dos limites regulamentares.

Todas as medições efetuadas no âmbito de presente estudo foram efetuadas com equipamentos de medição de classe de precisão 1 e verificados anualmente em conformidade com o regulamento de controlo metrológico de sonómetros. No quadro seguinte indicam-se os sistemas de medição utilizados nas medições.

Quadro 7: Instrumentação utilizada nas medições acústicas.

Instrumentação	Marca	Modelo	N.º Série	Verificação Metrológica
Sonómetro	Cesva	SC31	T222873	Laboratório de Metrologia do ISQ, boletim de verificação n.º VACV224/21 e certificado de calibração n.º CACV254/20 (sonómetro), CACV255/20 (filtros de oitava e 1/3 de oitava) e certificado de calibração n.º CACV256/20 (calibrador).
Microfone	Cesva	C-130	7903	
Calibrador sonoro	Cesva	CB-5	38258	

Como critério de aceitação/validação dos resultados obtidos por modelação, foi fixado em ± 2 dB(A) a diferença máxima aceitável entre os resultados previstos e os resultados das medições (datas de medição a 11 e 18 de maio de 2021).

Quadro 8: Comparação entre os resultados obtidos por cálculo e por medição.

Ponto de validação [Via rodoviária]	Coordenadas	L_{den} [dB(A)]			L_n [dB(A)]		
		Simulação	Medição	Desvio	Simulação	Medição	Desvio
PV1 [EN 242]	39°44'33.48"N 8°56'8.95"W	71,0	72,0	+1,0	62,2	61,3	-0,9
PV2 [EN 242-1]	39°51'45.44"N 8°56'12.04"W	67,4	66,2	-1,2	57,6	56,2	-1,5

9. RESULTADOS

9.1 MAPAS DE RUÍDO DA SITUAÇÃO ATUAL

Os resultados finais referentes à situação atual, encontram-se nas peças desenhadas que se apresentam em Anexo. Assim, para cada um dos indicadores de ruído legalmente consagrados, são apresentados diferentes tipos de mapas:

- ✎ **Mapas de ruído** do concelho da Marinha Grande - Ano 2021 - para os indicadores L_{den} e L_n , de acordo com a notação de cores recomendada pela APA – Peças desenhadas do Anexo II;
- ✎ **Mapas de conflito**, também para ambos os indicadores de ruído, com uma notação de cores que permitirá uma mais fácil visualização do possível (in)cumprimento dos valores limites de exposição para Zonas Mistas – Peças desenhadas do Anexo III.

9.2 MAPAS DE RUÍDO DA SITUAÇÃO FUTURA

De acordo com a nota técnica de dezembro de 2010 da APA, o estudo de elaboração dos mapas de ruído do concelho devem incluir os mapas de ruído da situação prevista para o futuro, com a simulação de novas fontes de ruído e/ou a supressão de outras, que possam provocar alterações na modelação.

No concelho da Marinha Grande, não estão previstas nenhuma alterações estruturantes, sob o ponto de vista acústico.

9.3 INDICADORES DE EXPOSIÇÃO AO RUÍDO DOS RECETORES SENSÍVEIS DO CONCELHO

Para além de possibilitar uma visão qualitativa da distribuição geográfica dos níveis sonoros da área em análise, um mapa de ruído do tipo do desenvolvido deve fornecer indicadores quantitativos da exposição ao ruído dos edifícios com ocupação sensível (edifício habitacional, escolar, hospital ou similar ou espaço de lazer).

A partir de dados sobre densidades populacionais do concelho, distribuiu-se a população residente pelos recetores sensíveis proporcionalmente ao volume de cada edifício. Da associação dos níveis sonoros da fachada mais exposta e da população residente em cada edifício, estimaram-se as percentagens de exposição da população às diferentes classes de níveis de ruído.

Assim, foram calculados os níveis sonoros incidentes nas fachadas dos edifícios habitacionais do concelho, para a situação atual. A cada edifício foi associado o nível sonoro mais elevado, referente à fachada mais exposta do mesmo. As estimativas, referentes à situação atual, para ambos os indicadores de ruído (L_{den} e L_n), são apresentadas nos quadros 9 e 10.

Quadro 9: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, para os indicadores de ruído, em 2021.

Classes de níveis sonoros do Indicador L_{Aeq} , dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	22,3	64,1	61,3	61,3
45-50	28,3		12,0	25,6
50-55	13,5		13,5	
55-60	10,7	26,4	10,0	13,1
60-65	15,7		2,9	
65-70	7,8	9,5	0,2	
>70	1,7		0,0	

Observações: A coloração confronta os valores obtidos com os limites estabelecidos no RGR para zonas sensíveis (sombreado verde) e zonas mistas (sombreado amarelo). A área de sombreado vermelho marca níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

A partir de dados sobre densidades populacionais do concelho, distribuiu-se a população residente pelos edifícios, proporcionalmente ao seu volume. Da associação dos níveis sonoros da fachada mais exposta e da população residente em cada edifício, estimaram-se as percentagens de exposição da população às diferentes classes de ruído, para os indicadores L_{den} e L_n , sendo os resultados apresentados no quadro seguinte.

Quadro 10: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, para os indicadores de ruído, em 2021.

Classes de níveis sonoros do Indicador L_{Aeq} , dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	22,3	64,0	61,2	61,2
45-50	28,2		12,1	25,6
50-55	13,5		13,5	
55-60	10,7	26,5	10,1	13,2
60-65	15,8		2,9	
65-70	7,8	9,5	0,2	
>70	1,7		0,0	

Observações: A coloração confronta os valores obtidos com os limites estabelecidos no RGR para zonas sensíveis (sombreado verde) e zonas mistas (sombreado amarelo). A área de sombreado vermelho marca níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

9.4 Indicadores de Exposição ao Ruído dos Recetores Sensíveis na proposta de Zonamento Acústico

Para aferição objetiva do impacto da Proposta de Zonamento Acústico apresentada pelo Município da Marinha Grande, procedeu-se a cálculos de exposição ao ruído ambiente que possibilitam um entendimento relativamente simples da situação atual.

Em concreto, foram calculadas, de acordo com a metodologia apresentada no ponto 9.3, para cada descritor sonoro, estimativas de percentagens de edifícios (recetores sensíveis) que:

- cumprem os requisitos legais;
- que estão até 5 dB(A) acima;
- e que excedem em mais de 5 dB(A).

As estimativas, referentes à situação atual, para ambos os indicadores de ruído (L_{den} e L_n), apresentam-se nos quadros 11 e 12.

Quadro 11: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, presentes nas zonas classificadas para os indicadores de ruído, em 2021.

VLE – Descritor [dB(A)]	L_{den}			L_n		
	≤ 0	]0-5[	≥ 5	≤ 0	]0-5[	≥ 5
% de Edifícios	91,1%	7,4%	1,6%	87,1%	10,0%	2,9%

Quadro 12: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, pertencentes às zonas classificadas, para os indicadores de ruído, em 2021.

VLE – Descritor [dB(A)]	L_{den}			L_n		
	≤ 0	]0-5[	≥ 5	≤ 0	]0-5[	≥ 5
% da População	98,3%	1,4%	0,3%	98,5%	1,0%	0,6%

10. IMPLICAÇÕES TÉCNICAS E LEGAIS DOS MAPAS

Numa abordagem imediata, os mapas de ruído do presente estudo constituem um elemento detalhado de descrição da exposição ao ruído da população do concelho da Marinha Grande. A informação neles contida é, no entanto, muito mais rica e diversificada – permitem, nomeadamente, verificar que agentes/fenómenos são os “responsáveis” pelo ruído prevalecente, quais são os principais pontos críticos, onde se situam as áreas acusticamente “confortáveis”, etc. Numa análise mais dinâmica e estratégica, os mapas de ruído devem, acima de tudo, funcionar como uma ferramenta de análise e planeamento em ordem a:

- Mitigar situações preexistentes comprovadamente não aceitáveis;
- Integrar a variável «Ruído» no processo de definição da política de planeamento e ordenamento territorial dos espaços concelhios, enquanto condicionante indispensável de prevenção do aparecimento de situações de conflitualidade.

Nos pontos que se seguem, destacam-se algumas conclusões principais do trabalho efetuado, designadamente no que respeita aos níveis de exposição ao ruído da população do concelho da Marinha Grande, e à importância particular de cada grupo de fontes sonoras para a situação acústica descrita pelos mapas. Referem-se, por fim, algumas considerações de índole genérica relativamente a medidas preventivas e protetoras.

10.1 INFLUÊNCIA DIFERENCIADA DE FONTES

Numa abordagem abrangente, o tráfego rodoviário constitui indiscutivelmente a fonte ruidosa mais relevante do concelho da Marinha Grande. Os mapas de ruído finais refletem este facto – na quase totalidade da área concelhia, pelo que o tráfego em vias rodoviárias determina, em larga medida, o ruído ambiente prevalecente.

A influência de cada via foi já detalhadamente abordada e pode ser qualitativamente aferida pela análise dos mapas. As principais fontes ruidosas são as grandes infraestruturas de transporte rodoviário (A8 e A17) e as rodovias estruturantes que servem de ligação aos concelhos vizinhos e principais freguesias (EN 242, ER 242-2, ER 349 e EM 242-1).

Os itinerários principais A8 e A17 são as fontes que determinam as maiores manchas de níveis sonoros elevados. Seguem-se, em termos de magnitude de influência ruidosa, as vias estruturantes que servem e atravessam o concelho e que apresentam volumes de tráfego de algum relevo (embora consideravelmente inferiores a 8000 veículos/dia), os principais arruamentos endógenos que permitem a circulação no interior do núcleo urbano da Marinha Grande, nomeadamente a Rua Lamarão e Estrada dos Guilhermes.

No que diz respeito ao ruído industrial, assinala-se ainda a existência de alguns pontos de emissões relevantes, apesar de a perturbação sonora dos espaços adjacentes ser mais localizada e de magnitude mais reduzida, relativamente ao tráfego rodoviário.

Relativamente ao tráfego ferroviário, os fluxos de circulação configuram um cenário de conflitualidade muito baixa, associada ao impacte ruidoso provocado nas habitações localizadas junto ao traçado da Linha do Oeste.

10.2 MEDIDAS GENÉRICAS DE PREVENÇÃO E PROTEÇÃO DO RUÍDO

A prevenção e o controlo do ruído de infraestruturas de transporte pode passar por ações a vários níveis, que devem ser ponderados em função da cada situação concreta. Para o caso que no âmbito do presente estudo mais interessa abordar – o tráfego rodoviário – os referidos níveis de ação são essencialmente os seguintes:

- ✎ Planeamento e gestão do uso do solo;
- ✎ Redução na fonte;
- ✎ Limitação da propagação;
- ✎ Medidas de proteção no recetor.

Facilmente se depreende que a eficácia destas medidas diminui no «sentido medidas de planeamento vs medidas no recetor». A promoção de um ambiente sonoro “confortável” nos espaços urbanos deve, pois, ser uma preocupação no momento da definição das linhas estratégicas do uso do solo.

É também a este nível que o papel dos municípios locais é mais relevante e alargado, desde logo porque é a eles que, em larga medida, compete a definição destas políticas e depois porque a atuação a outros níveis é mais difícil, porque usualmente mais onerosa e não exclusivamente dependente das suas competências (por exemplo, atenuar o ruído produzido pelo tráfego de uma estrada nacional é uma matéria que não depende exclusivamente das competências das câmaras municipais).

A forma mais primária e eficaz de prevenir/proteger recetores do ruído produzido por vias de tráfego é a de garantir uma distância fonte-recetor segura. Por exemplo, a duplicação da distância estrada-recetor resulta numa atenuação dos níveis sonoros que pode chegar a 5 dB.

“O modo de assegurar a separação espacial entre as fontes sonoras e as áreas a proteger é a imposição de uma política de zonamento por parte da administração local. Este método funcionará eficazmente se todos os setores se combinarem de modo a estabelecer um plano agregado de desenvolvimento. Por exemplo, num sistema de zonamento típico, é possível definir zonas ao longo de uma infraestrutura de transportes consoante a distância a esta, isto é, estabelecer diferentes usos do solo que serão aceitáveis em relação ao nível sonoro existente no local”.

Uma medida por excelência para prevenir a exposição ao ruído de tráfego é então a delimitação daquilo que se pode designar como «corredores de proteção acústica», nos quais se deve inviabilizar a instalação de usos sensíveis (habitações, escolas, hospitais, etc.).

10.3 NECESSIDADES DE PLANOS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

De acordo com o definido no artigo 8.º do RGR, as zonas sensíveis ou mistas (com ocupação) expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores limites devem ser objeto de planos de redução de ruído, cuja elaboração é também da competência das autarquias locais.

O n.º 2 do mesmo artigo estabelece que estes planos devem ser executados até 1 de fevereiro de 2009 (dois anos após a entrada em vigor do RGR), podendo contemplar faseamento de medidas, mas devendo incidir prioritariamente sobre zonas sensíveis ou mistas expostas a níveis de ruído ambiente que excedam em mais de 5 dB(A) os respetivos limites.

Estes planos têm carácter misto, regulamentar e programático, vinculando as entidades públicas e os particulares, sendo aprovados pela assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal.

Chama-se a atenção para o facto de que estes planos não são necessários para todas as áreas concelhias onde se excedam os limites. A prevalência de níveis sonoros elevados tem por si pouco relevo se os mesmos não se traduzirem em incómodo efetivo, isto é, se não se verificarem em locais de utilizações sensíveis. Os Planos de Redução de Ruído devem aplicar-se a áreas objeto de zonamento acústico (sensível ou misto) onde os limites legais não estejam a ser verificados.

11. CONCLUSÕES

O presente trabalho apresenta, à escala de PDM, os níveis de ruído ambiente característicos da área do concelho da Marinha Grande em termos dos indicadores de ruído L_{den} e L_n .

Foi utilizado um modelo de cálculo suportado por um *software* computacional de modelação da emissão, propagação e receção do som que considera todos os aspetos relevantes destes fenómenos. Em termos dos aspetos mais significativos associados aos resultados obtidos, destaca-se:

- I. Da análise dos resultados anteriormente apresentados, constata-se a existência de zonas habitacionais consolidadas junto a corredores de circulação importantes que se encontram em excesso em relação aos limites regulamentares;
- II. A **principal fonte de ruído** da área de estudo, quer qualitativa quer quantitativamente, é o tráfego rodoviário;
- III. As **vias rodoviárias mais ruidosas** são as vias estruturantes que servem e atravessam o concelho de Marinha Grande (A8 e A17, EN 242, ER 242-2, ER 349 e EM 242-1) e o principal arruamento endógeno (Rua Lamarão e Estrada dos Guilhermes), com volumes de tráfego de relevo, de que resultam emissões ruidosas apreciáveis;
- IV. O **tráfego ferroviário** tem um impacto ruidoso sem significância sobre as áreas adjacentes ao traçado da Linha do Oeste.
- V. Relativamente ao **ruído industrial**, verificou-se que as indústrias, no geral, não têm uma importância direta assinalável, especialmente quando comparadas com o tráfego rodoviário e à escala de todo o concelho. Numa escala mais localizada, as emissões sonoras derivadas destas fontes poderão ser, de acordo com os resultados obtidos, suscetíveis de ocasionarem algumas situações de conflito, principalmente em áreas de implantação de indústrias de média dimensão próximas de edifícios habitacionais. Há ainda a considerar a sua importância indireta, designadamente nos fluxos de tráfego rodoviário que lhes estão associados, pelo que a sua localização é extremamente importante também no planeamento do ponto de vista acústico;
- VI. Estimativas efetuadas no âmbito do presente estudo, apontam que na situação atual:
 - **Cerca de 64% e 61% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com a classificação de zonas sensíveis**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;
 - **Cerca de 91% e 87% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com a classificação de zonas mistas**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;

- **Cerca de 27% e 26% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas mista, mas incompatíveis com zonas sensíveis**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;
 - **E cerca de 10% e 13% da população estão em locais com níveis sonoros incompatíveis com zonas mistas ou zonas sensíveis**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente.
- VII. Estimativas efetuadas no âmbito do presente estudo, tendo como base a proposta de classificação acústica do município da Marinha Grande, apontam para que:
- **Cerca de 98% e 99% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com a classificação de zona proposta**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;
 - **Cerca de 1% da população está exposta a níveis de ruído ambiente que estão até 5 dB(A) acima da classificação acústica proposta**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente;
 - **E cerca de 1% da população estão em locais com níveis sonoros que excedem em 5 ou mais dB(A), os valores regulamentares da classificação acústica proposta**, para o indicador L_n .
- VIII. As áreas classificadas como zonas mistas com níveis de ruído ambiente que excedem os critérios legais devem ser objeto de planos de redução de ruído.
- IX. É importante salientar, que segundo o Artigo nº 11 do PDM, os recetores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, são equiparados a zonas mistas, para aplicação dos respetivos valores limite de exposição do ruído, sempre que se justifique.

12. BIBLIOGRAFIA

- [1] - Baranek, L. L. - «Noise vibration and control», McGraw-Hill Book Company, 1971;
- [2] - CETUR - «Guide de bruit des transports terrestres – Prevision des niveaux sonores», 1980 ;
- [3] – European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise. - «Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure», 2007, Version 2;
- [4] - Harris, C. M. - «Manual de medidas acusticas y control del ruido», Ed. McGraw-Hill, 3.ª ed.;
- [5] - Agência Portuguesa do Ambiente – «Diretrizes para elaboração de mapas de ruído»; junho 2008;
- [6] - Agência Portuguesa do Ambiente – «Diretrizes para elaboração de mapas de ruído-versão 3»; dezembro 2011;
- [7] – Agência Portuguesa do Ambiente – Nota técnica: «Recomendações para a seleção de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros»;
- [8] - Agência Portuguesa do Ambiente – Nota técnica: «Diretrizes para a elaboração de planos de monitorização de ruído de infraestruturas rodoviárias e ferroviárias»;
- [9] - Agência Portuguesa do Ambiente – Nota técnica: «Técnicas de prevenção e controlo do ruído»;
- [10] - Agência Portuguesa do Ambiente – «Projeto-piloto de demonstração de mapas de ruído – escalas municipal e urbana», maio 2004;
- [11] - Agência Portuguesa do Ambiente – «Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído», abril 2008;
- [12] - Martins da Silva, P. - «Ruído de tráfego rodoviário», LNEC, 1975;
- [13] – Alarcão, D.; Bento Coelho, J. L. - «Modelação de ruído de tráfego ferroviário», Acústica 2008, Coimbra, Portugal.
- [14] - IMMI 2015 for Windows Help Topics;
- [15] - «Noise mapping with IMMI» - Reference Manual, Vols. 1 e 2 – Wölfel MeBsysteme, 2004;
- [16] - «IMMI – Revisions & Amendements» – Wölfel MeBsysteme, 2007;
- [17] - Institute of Transportation Engineers - «Trip Generation: Trip Generation Rates, Plots, and Equations», 1997.

Índice de Figuras

Figura 1: Diagrama de síntese da metodologia adotada.	11
Figura 2: Localização dos pontos de validação.	22

Índice de Tabelas

Quadro 1: Dados populacionais das freguesias da área de estudo (Fonte: Censos 2001 e 2011).	9
Quadro 2: Resumo das configurações de cálculo utilizadas.	13
Quadro 3: Rede rodoviária do Concelho da Marinha Grande estudada no âmbito do presente trabalho.	15
Quadro 4: Dados de tráfego das IP em pontos de contagem situados no concelho da Marinha Grande.	16
Quadro 5: Dados de tráfego nas vias consideradas para a previsão dos níveis sonoros.	17
Quadro 6: Dados sobre regimes de circulação ferroviária na Linha do Oeste (2019).	20
Quadro 7: Instrumentação utilizada nas medições acústicas.	22
Quadro 8: Comparação entre os resultados obtidos por cálculo e por medição.	23
Quadro 9: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, para os indicadores de ruído, em 2021.	24
Quadro 10: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, para os indicadores de ruído, em 2021.	25
Quadro 11: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, presentes nas zonas classificadas para os indicadores de ruído, em 2021.	25
Quadro 12: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, pertencentes às zonas classificadas, para os indicadores de ruído, em 2021.	26

ANEXOS

ANEXO N.º 1

REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ESTRADAS E RESPETIVOS TROÇOS ESTUDADOS NA MODELAÇÃO ACÚSTICA

ANEXO N.º 2

MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DA MARINHA GRANDE – ANO 2021 -

- Mapa de Ruído – Indicador L_{den}
- Mapa de Ruído – Indicador L_n

ANEXO N.º 3

MAPAS DE CONFLITO DO CONCELHO DA MARINHA GRANDE - ANO 2021 -

- Mapa de Conflito – Indicador L_{den}
- Mapa de Conflito – Indicador L_n

Presente na Reunião de
Câmara Extraordinária
- 23.06.2025 -



Presente na Sessão Ordinária
da Assembleia Municipal
- 27.06.2025 -



