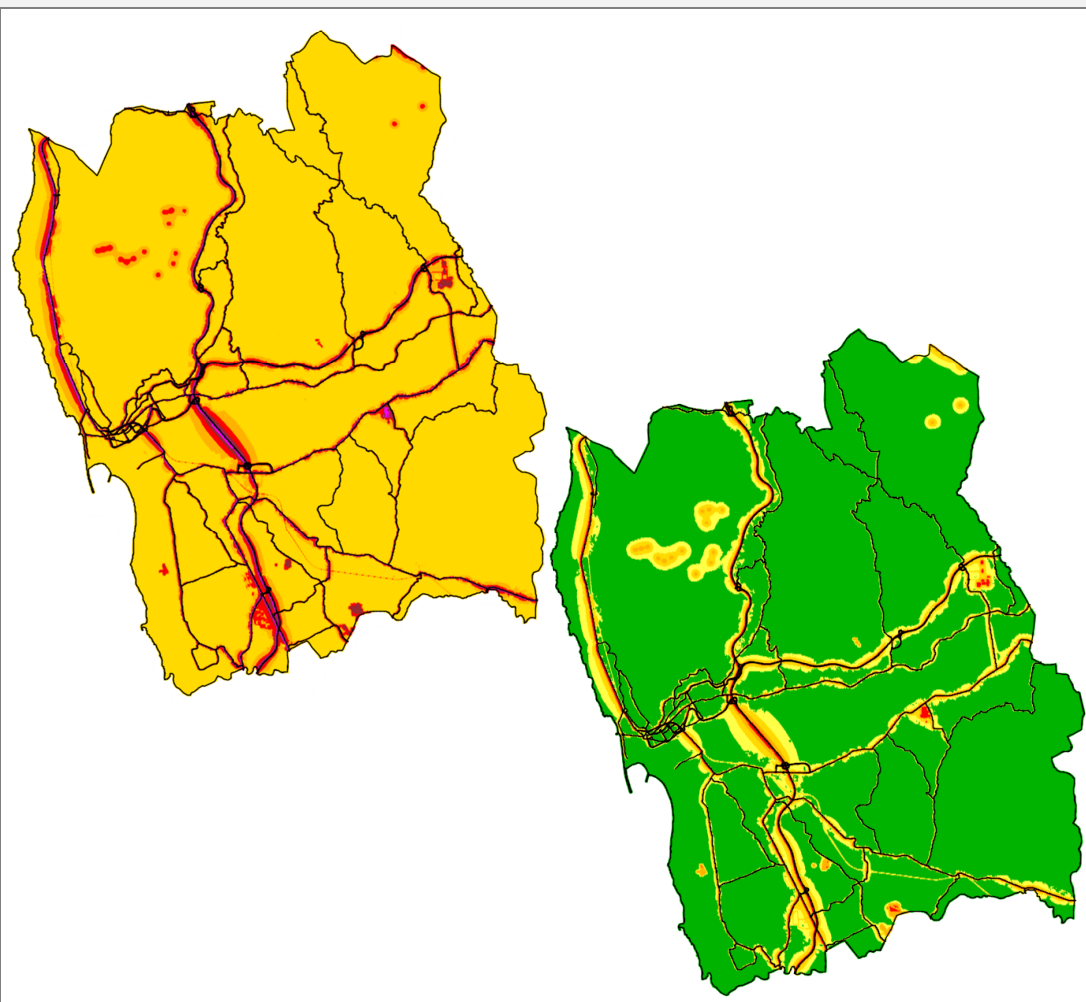


MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE VIANA DO CASTELO



- RELATÓRIO -

Relatório n.º MR.4282/21-CM

14 de julho de 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. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS	10
7.1 Princípios Básicos da Modelação Acústica	13
7.2 Indicadores de Ruído	13
7.3 Períodos de Referência Considerados.....	13
8. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO	14
8.1 Variáveis Base da Modelação e Parametrizações de Cálculo	14
8.2 Fontes de Ruído – Dados de Entrada.....	15
8.2.1 Tráfego Rodoviário	15
8.2.1.1 Identificação das Vias Estudadas	15
8.2.2 Tráfego Ferroviário	22
8.2.3 Emissões de Fontes Industriais	23
8.2.4 Outras Fontes Sonoras	24
8.3 Validação dos Resultados/Modelo de Cálculo	24
9. RESULTADOS	26
9.1 Mapas de Ruído.....	26
9.2 Indicadores de Exposição ao Ruído dos Recetores Sensíveis do concelho	26
10. IMPLICAÇÕES TÉCNICAS E LEGAIS DOS MAPAS	28
10.1 Influência Diferenciada de Fontes	28
10.2 Medidas Genéricas de Prevenção e Proteção do Ruído.....	29
10.3 Necessidades de Planos de Redução de Ruído	30
11. CONCLUSÕES	31
12. BIBLIOGRAFIA	33

ANEXOS:

ANEXO N.º1 - Representação Equemática das Estradas/Troços Estudados na Modelação Acústica

ANEXO N.º2 - Mapas de Ruído do Concelho de Viana do Castelo - Ano 2021

ANEXO N.º3 - Mapas de “Compatibilidades” do Concelho de Viana do Castelo - Ano 2021

1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO

DADOS GERAIS

Requerente	Câmara Municipal de Viana do Castelo Passeio das Mordomas da Romaria 4904-877 Viana do Castelo
Ref.^a da Proposta	P5915/19-AL de 06-11-2019
Objetivo do Estudo	Cálculo dos níveis de ruído ambiente exterior do concelho de Viana do Castelo e representação gráfica dos Mapas de Ruído e de Compatibilidades resultantes.

ESPECIFICAÇÕES DO ESTUDO

Legislação Aplicável	Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro
Normalização e Documentação de Referência	NP ISO 1996-1:2011, NP ISO 1996-2:2011, Anexo I do Decreto-Lei n.º 9/2007 e IT.LabAV006 - Ensaios_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 TRABALHO DE CAMPO Diogo Pires	FUNÇÃO Técnico LabAV	ASSINATURA 
EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO Cláudia Jacinto Machado, Eng. ^a	FUNÇÃO Técnica LabAV	ASSINATURA 
APROVAÇÃO Augusto Miguel Lopes, Eng.º	FUNÇÃO Diretor Geral	ASSINATURA 

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 trabalho que se reporta a presente Memória Descritiva resulta dos procedimentos da elaboração dos dados de entrada dos *Mapas de Ruído do Concelho de Viana do Castelo*, às condições atuais.

3. DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE INTERESSE

Atividade ruidosa permanente: Atividade desenvolvida com caráter 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:

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

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.º2 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.º3 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.º1 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.

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 de Viana do Castelo, à escala 1:10 000 (PDM). Composto por 27 freguesias, o concelho de Viana do Castelo tem uma área total aproximada de 319 Km² e uma população residente de 88 725 habitantes (dados do Censos 2011), correspondendo uma densidade populacional de cerca de 278,1 habitantes/km².

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

Freguesia	População Residente	
	2001	2011
Afife	1677	1632
Alvarães	2691	2623
Amonde	344	293
Anha	2513	2415
Areosa	4485	4853
Barroselas e Carvoeiro	5038	5031
Cardielos e Serreleis	2320	2312
Carreço	1769	1759
Castelo do Neiva	3203	2930
Chafé	2507	2841
Darque	7798	7817
Freixieiro de Soutelo	560	511
Geraz do Lima (Santa Maria, Santa Leocádia e Moreira) e Deão	3503	3339
Lanheses	1740	1645
Mazarefes e Vila Fria	2760	2670
Montaria	665	549
Mujães	1691	1550
Nogueira, Meixedo e Vilar de Murteda	1631	1597
Outeiro	1271	1234
Perre	3007	2956
Santa Marta de Portuzelo	3812	3805
São Romão de Neiva	1267	1225
Subportela, Deocriste e Portela Susã	2669	2552
Torre e Vila Mou	1224	1181
Viana do Castelo (Santa Maria Maior e Monserrate) e Meadela	24262	25375
Vila de Punhe	2400	2273
Vila Franca	1824	1757
TOTAL	88 631	88 725

O concelho de Viana do Castelo 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.

Os principais eixos rodoviários do Concelho de Viana do Castelo são a A27, a A28 e a EN13, ER13, EN13-3, EN103, EN202, EN302 e ER 203. Em termos de rede ferroviária, o concelho é servido pela Linha do Norte. A nível industrial, Viana do Castelo caracteriza-se maioritariamente por indústrias de laticínios, de transformação de madeiras, cerâmica, produtos alimentares e pirotecnia.

7. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS

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 Concelho, 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.

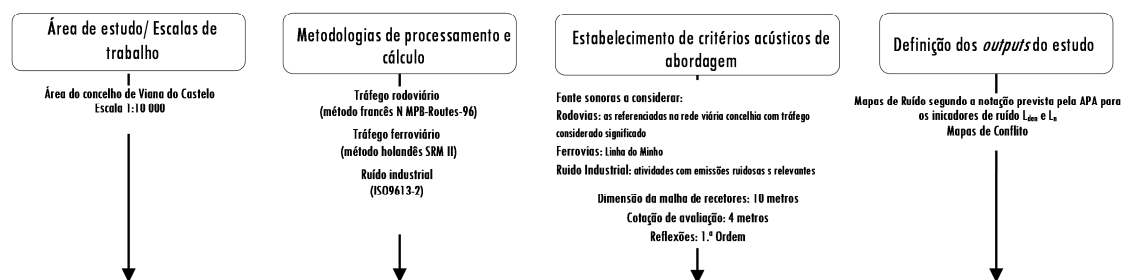
No presente estudo utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação. Por motivos de consistência técnica, efetuou-se um conjunto de medições que possibilitaram obter dados acústicos indispensáveis à obtenção de Mapas Acústicos representativos e reproduzíveis. Mais em concreto, a necessidade de realização de campanhas de medição,

segundo procedimentos normalizados, foi essencialmente motivada por duas ordens de razões:

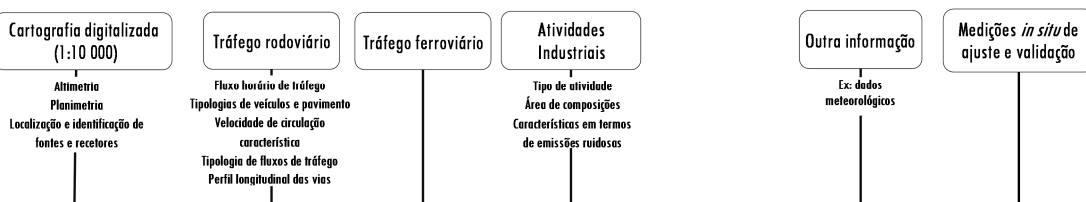
- A inevitável necessidade de se efetuar ajustamentos entre os valores estimados por modelação e os resultados de medições diretas, nomeadamente porque os algoritmos de cálculo matemático utilizados têm pressupostos de base que nem sempre são aplicáveis de forma idêntica a diferentes situações concretas;
- 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 de Viana do Castelo.

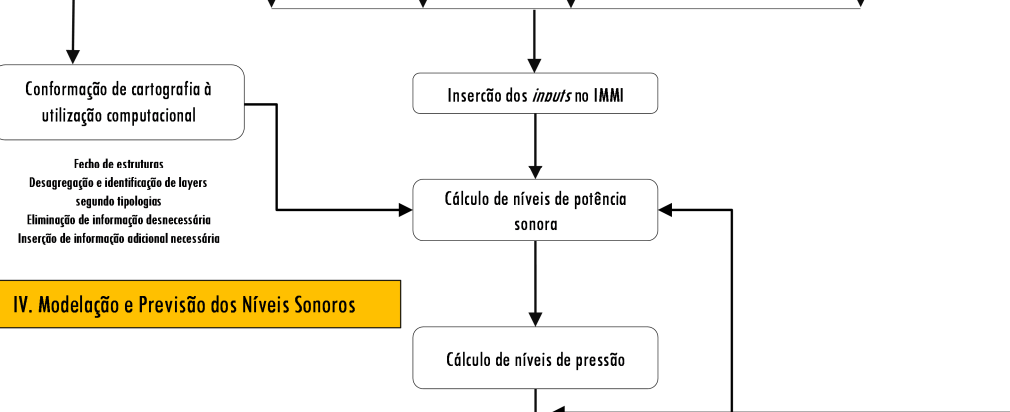
I. Definição do Âmbito e Objetivos do Estudo



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

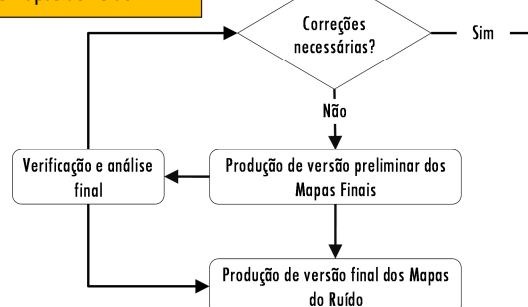


Figura 1: Diagrama de síntese da metodologia adotada.

7.1 Princípios Básicos da 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);
- 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 6.3.1 (*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 de Viana do Castelo.

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, NP EN ISO 3744:2010 e EN ISO 3746:2010.
Malha de cálculo	Tráfego ferroviário
	↳ Método de cálculo nacional Standaard-Rekenmethode II dos Países Baixos.
Aproximação de cálculo relativamente à contribuição isolada de cada fonte sonora em cada ponto de cálculo	10*10 metros, resultando num total de cerca de 1 424 410 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.
Grau de reflexões	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 estimativa global inicial.
Grau de reflexões	1.ª ordem.
	↳ Para além dos raios sonoros diretos, o nível de pressão sonora num determinado

Parâmetros	Especificações
	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.
<i>Critério de distância máxima para estruturas refletoras</i>	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 refletores - no presente caso, a distância considerada é de 200 metros.
<i>Altura de avaliação</i>	4 metros. ↳ Este parâmetro define a cota acima do nível do solo para a qual se reportam os valores a calcular.
<i>Modelo altimétrico</i>	Curvas de adensamento topográfico de equidistância de 5 metros.
<i>Magnitude dos fenómenos de absorção pelo solo</i>	Considerou-se que o mesmo era medianamente absorvente (coeficiente de absorção sonora, $\alpha_{med} = 0,5$).
<i>Localização e volumetria dos edifícios</i>	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.
<i>Condições meteorológicas</i>	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 de Viana do Castelo e da informação geográfica que disponibiliza online no site <http://google.pt/map>).

Quadro 3: Rede rodoviária do Concelho de Viana do Castelo estudada no âmbito do presente trabalho.

Tipo de Via	Designação da Via
Autoestrada	A27 e A28
Estradas Nacionais	EN13, EN13-3, EN103, EN202, EN302, EN302-1, EN302-2, EN305-1 e EN308
Estradas Regionais	ER13, ER203 e ER305
Estradas Municipais	EM525, EM526, EM540, EM544, EM546 e EM550-1
Caminhos Municipais	CM1175 e CM1215
Avenidas Arruamentos	/ R1 [Estrada Pedro Homem de Melo], R2 [Avenida Padre António Carneiro], R3 [Avenida Municipal], R4 [Rua da Parinheira], R5 [Rua Cidade de Rion], R6 [Rua de São José], R7 [Rua dos Sobreiros], R8 [Avenida de Areosa], R9 [Avenida de Figueiredo], R10 [Avenida de Cabo Verde], R11 [Avenida do Atlântico], R12 [Rua do Monserrate], R13 [Campo da Agonia], R14 [Rua do Assento], R15 [Rua de São José], R16 [Rua Dona Amélia de Moraes], R17 [Rua Alves Cerqueira/Avenida Campo do Castelo], R18 [Praça General Barbosa], R19 [Rua de Altamira], R20 [Avenida Conde Carreira/Rua dos Bombeiros Voluntários], R21 [Largo da Estação], R22 [Avenida dos Combatentes da Grande Guerra], R23 [Alameda 5 de Outubro], R24 [Largo João Tomás da Costa/Avenida Luís Camões], R25 [Praça Frei Gonçalo Velho], R26 [Rua do Gotim], R27 [Rua Martim Velho/Avenida Rocha Paris], R28 [Rua Aveiro], R29 [Rua Nova Santana], R30 [Largo Trindade Coelho], R31 [Viaduto de Santo António], R32 [Rua Santo António], R33 [Avenida Afonso III], R34 [Rua Abel Viana], R35 [Praça Galiza], R36 [Rua Tenente Coronel Afonso Paço], R37 [Estrada da Papanata], R38 [Avenida Capitão Gaspar de Castro], R39 [Avenida General Humberto Delgado], R40 [Estrada de Santo Lúzia], R41 [Rua Conde de Aurora], R42 [Via Entre Santos], R43 [Rua Ramalho Ortigão], R44 [Rua Aquilino Ribeiro], R44 [Rua do Ameal/Rua da Argaçosa], R45 [Rua Mateus Carvalhido], R46 [Rua Mateus Carvalhido], R47 [Rua da Feira], R48 [Rua dos Cruzeiros], R49 [Rua dos Canos], R50 [Estrada das Vilas], R51 [Avenida da Praia], R52 [Estrada da Amorosa], R53 [Avenida do Cabedelo], R54 [Variante IC1] e R55 [Rua de São José].
Avenidas Arruamentos	

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.

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

- I. Para as vias em que se verificou existirem dados de tráfego atualizados disponibilizados pelas entidades Instituto da Mobilidade e dos Transportes, I.P. e Infraestruturas de Portugal, referentes ao último ano completo (2019) procedeu-se às atualizações correspondentes.

Quadro 4 - Dados de tráfego da IMT em pontos de contagem no Concelho de Viana do Castelo.

Via rodoviária	Sublanços	N.º Veículos (TMDA)
A27	Meadela - Nogueira	12554
	Nogueira - Lanheses	11744
	Lanheses - Estorãos	10087
A28	Antas - Neiva	15995
	Neiva - Darque	16844
	Darque - Viana do Castelo	33590
	Viana do Castelo - Meadela	17837
	Meadela - Outeiro	10474
	Outeiro - EN305	9798
	EN305 - Riba de Ancora	8872

Quadro 5 - Dados de tráfego da IP em pontos de contagem situados no Concelho de Viana do Castelo.

Via rodoviária	Sublanços	N.º Veículos (TMDA)	Anual 2019 (24 h)	Período Diurno (13 h)	Período Entardecer (3h)	Período Noturno (8 h)
EN13	Neiva - Guilheta	Ligeiros	10672	9036	996	640
		Pesados	503	449	19	35
	EN308 - EN103	Ligeiros	8732	7393	815	523
		Pesados	261	233	10	18
	EN203 - EN308	Ligeiros	4708	3986	440	282
		Pesados	263	235	10	18
	EN13-3 - EN203	Ligeiros	6129	5189	572	367
		Pesados	289	258	11	20
	Ponte Eiffel Sul - EN13-3	Ligeiros	12218	10345	1141	732
		Pesados	326	291	12	23
	Ponte Eiffel - Norte - Ponte Eiffel Sul	Ligeiros	12218	10345	1141	732
		Pesados	326	291	12	23
ER13	Âncora - Vila Praia de Âncora	Ligeiros	12463	10553	1164	747
		Pesados	280	250	11	19
EN103	Neiva - Vilar do Monte	Ligeiros	10468	8869	942	657
		Pesados	788	710	29	48
EN 202	PS da A28 - EN302-1	Ligeiros	1878	1591	169	118
		Pesados	120	108	4	7
	EN302-1 - ER305	Ligeiros	1142	968	103	72
		Pesados	13	12	0	1

Via rodoviária	Sublanços	N.º Veículos (TMDA)	Anual 2019 (24 h)	Período Diurno (13 h)	Período Entardecer (3h)	Período Noturno (8 h)
EN 202	ER305 - EN201	Ligeiros	1767	1497	159	111
		Pesados	25	23	1	2
ER203	IC1 - Mazarefes	Ligeiros	8201	6958	672	570
		Pesados	1226	1131	42	53
	Mazarefes - Moreira de Geraz do Lima	Ligeiros	6775	5748	556	471
		Pesados	855	789	29	37
	Moreira de Geraz do Lima - Seara	Ligeiros	7670	6508	629	533
		Pesados	1146	1057	39	50
ER205	Âncora - Freixieiro do Soutelo	Ligeiros	1175	996	106	74
		Pesados	49	44	2	3
	Freixieiro do Soutelo - Lanheses	Ligeiros	230	195	21	14
		Pesados	17	15	1	1
	Lanheses - EN202	Ligeiros	3628	3074	326	228
		Pesados	151	136	6	9
	EN202 - Moreira de Geraz do Lima	Ligeiros	2828	2396	254	178
		Pesados	67	60	2	4
ER308	Viana do Castelo - Barrocelas	Ligeiros	6415	5435	577	403
		Pesados	309	279	11	19
	Barrocelas - Balugães	Ligeiros	7764	6578	698	488
		Pesados	567	511	21	35

- II. Em virtude da escassez de informação relativa a fluxos de tráfego, designadamente em «Recenseamentos de Tráfego» das Infraestruturas de Portugal, relativamente as restantes estradas concelhias, houve necessidade de se proceder à realização de um conjunto alargado de contagens de tráfego, num total de 65 locais estratégicos, para caracterização de cada segmento de estrada mencionado anteriormente.

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

Quadro 6 - Dados de tráfego para a previsão dos níveis sonoros.

Estrada			TMH					
Troço	Designação		D_L	D_P	E_L	E_P	N_L	N_P
A27	T1	Meadela - Nogueira	781	23	410	5	104	4
	T2	Nogueira - Lanheses	728	22	384	5	99	4
	T3	Lanheses - Estorãos	622	22	331	5	85	3
A28	T1	Antas - Neiva	991	31	524	7	134	5
	T2	Neiva - Darque	1043	33	552	7	141	5
	T3	Darque - Viana do Castelo	2081	66	1100	14	281	11
	T4	Viana do Castelo - Meadela	1105	35	584	8	149	6
	T5	Meadela - Outeiro	585	67	330	26	94	21
	T6	Outeiro - EN305	544	67	307	26	87	21

Estrada			TMH					
Troço		Designação	D_L	D_P	E_L	E_P	N_L	N_P
A28	T7	EN305 - Riba de Ancora	494	59	279	23	79	18
EN103	T1	EN103_T1	559	45	257	8	60	4
	T2	EN103_T2	805	64	371	11	86	6
EN13	T1	EN13_T1	807	40	385	7	83	5
	T2	EN13_T2	583	29	279	5	60	3
	T3	EN13_T3	427	13	204	3	44	2
	T4	EN13_T4	710	22	339	4	73	2
	T5	EN13_T5	307	18	147	3	31	2
	T6	EN13_T6	399	20	191	4	41	2
	T7	EN13_T7	796	22	380	4	81	3
	T8	EN13_T8	796	22	380	4	81	3
EN13-3	T1	EN13-3_T1	207	4	74	0	16	0
	T2	EN13-3_T2	309	7	110	1	23	0
	T3	EN13-3_T3	446	9	159	1	34	1
EN202	T1	EN202_T1	299	5	138	1	32	1
	T2	EN202_T2	323	5	149	1	35	1
	T3	EN202_T3	190	2	88	0	20	0
	T4	EN202_T4	527	7	243	0	57	1
	T5	EN202_T5	960	65	442	10	103	6
	T6	EN202_T6	1129	77	520	12	121	7
	T7	EN202_T7	806	12	240	2	36	0
	T8	EN202_T8	1103	16	329	3	50	0
	T9	EN202_T9	1221	18	364	4	55	1
	T10	EN202_T10	1196	18	364	4	55	1
	T11	EN202_T11	662	10	197	2	30	0
	T12	EN202_T12	693	10	206	2	31	0
	T13	EN202_T13	191	4	68	0	15	0
EN302	T1	EN302_T1	633	13	225	1	48	1
	T2	EN302_T2	215	5	77	0	16	0
	T3	EN302_T3	120	3	43	0	9	0
	T4	EN302_T4	74	2	26	0	6	0
EN302-1	--	EN302-1	232	5	83	0	18	0
EN302-2	---	EN302-2/Estrada da Abelheira	139	3	50	0	11	0
EN305-1	---	EN305-1	136	3	49	0	10	0
EN308	T1	EN308-T1	406	21	187	4	43	2
	T2	EN308-T2	430	22	198	4	46	2
	T3	EN308-T3	430	33	198	6	46	3
	T4	EN308-T4	582	45	268	8	62	4
ER13	T1	ER13_T1	783	19	374	4	80	2
	T2	ER13_T2	841	20	402	4	86	2
	T3	ER13_T3	1175	28	561	5	120	3
	T4	ER13_T4	1117	26	534	5	114	3
	T5	ER13_T5	1247	30	596	6	127	3

Estrada			TMH					
Troço	Designação		D_L	D_P	E_L	E_P	N_L	N_P
ER13	T6	ER13_T6	1131	24	403	2	86	2
	T7	ER13_T7	1042	22	371	2	79	2
	T8	ER13_T8	1027	22	366	2	78	2
	T9	ER13_T9	1131	24	403	2	86	2
	T10	ER13_T10	953	20	340	2	72	1
	T11	ER13_T11	686	14	244	1	52	1
ER203	T1	ER203-T1	583	95	244	15	69	6
	T2	ER203-T2	398	65	167	10	47	4
	T3	ER203-T3	383	62	160	10	45	4
	T4	ER203-T4	331	54	139	9	39	4
ER203	T5	ER203-T5	442	61	185	10	52	4
	T6	ER203-T6	501	81	210	13	59	6
ER305	T1	ER305_T1	92	4	43	1	10	0
	T2	ER305_T2	61	3	28	1	7	0
	T3	ER305_T3	18	1	9	0	2	0
	T4	ER305_T4	20	2	9	0	2	0
	T5	ER305_T5	13	1	6	0	1	0
	T6	ER305_T6	12	1	6	0	1	0
	T7	ER305_T7	17	1	8	0	2	0
	T8	ER305_T8	236	10	109	2	25	1
	T9	ER305_T9	184	5	85	1	20	0
	T10	ER305_T10	58	1	21	0	4	0
	T11	ER305_T11	81	2	29	0	6	0
	T12	ER305_T12	381	8	136	1	29	1
	T13	ER305_T13	201	4	72	0	15	0
	T14	ER305_T14	270	6	96	1	20	0
EM525	---	EM525	94	2	34	0	7	0
EM526	T1	EM526_T1	31	1	11	0	2	0
	T2	EM526_T2	34	1	12	0	3	0
	T3	EM526_T3	131	3	47	0	10	0
EM540	---	EM540	31	1	11	0	2	0
EM544	T1	EM544_T1	295	6	105	1	22	0
	T2	EM544_T2	127	3	45	0	10	0
EM546	---	EM546	195	4	70	0	15	0
EM550-1	----	EM550-1	33	1	12	0	3	0
CM1175	---	CM1175	46	1	16	0	3	0
CM1215	---	CM1215	146	31	52	3	11	2
R1	T1	Estrada Pedro Homem de Melo	68	0	24	0	5	0
	T2		92	0	33	0	7	0
	T3		54	1	19	0	4	0
R2	---	Avenida Padre António Carneiro	41	1	15	0	3	0
R3	---	Avenida Municipal	37	1	13	0	3	0
R4	---	Rua da Parinheira	246	5	88	0	19	0

Estrada			TMH					
Troço		Designação	D_L	D_P	E_L	E_P	N_L	N_P
R5	---	Rua Cidade de Rion	214	5	76	0	16	0
R6	---	Rua de São José	192	4	68	0	15	0
R7	---	Rua dos Sobreiros	156	3	56	0	12	0
R8	---	Avenida de Areosa	121	3	43	0	9	0
R9	---	Avenida de Figueiredo	360	8	128	1	27	1
R10	---	Avenida de Cabo Verde	534	11	190	1	40	1
R11	---	Avenida do Atlântico	674	14	240	1	51	1
R12	---	Rua do Monserrate	348	7	124	1	26	1
R13	---	Campo da Agonia	496	10	177	1	38	1
R14	---	Rua do Assento	169	4	60	0	13	0
R15	---	Rua de São José	457	10	163	1	35	1
R16	---	Rua Dona Amélia de Moraes	369	8	131	1	28	1
R17	---	Rua Alves Cerqueira/Avenida Campo do Castelo	590	12	210	1	45	1
R18	---	Praça General Barbosa	286	6	102	1	22	0
R19	---	Rua de Altamira	200	4	71	0	15	0
R20	T1	Avenida Conde Carreira	559	12	199	1	42	1
	T2	Rua dos Bombeiros Voluntários	830	18	296	2	63	1
R21	---	Largo da Estação	153	3	55	0	12	0
R22	---	Avenida dos Combatentens da Grande Guerra	369	8	131	1	28	1
R23	---	Alameda 5 de Outubro	714	15	254	1	54	1
R24	T1	Largo João Tomás da Costa	61	1	22	0	5	0
	T2	Avenida Luís Camões	184	4	66	0	14	0
R25	T1	Praça Frei Gonçalo Velho	246	1	87	0	19	0
	T2	Praça Frei Gonçalo Velho	25	1	9	0	2	0
R26	---	Rua do Gotim	241	5	86	0	18	0
R27	T1	Rua Martim Velho	138	3	49	0	10	0
	T2	Avenida Rocha Paris	232	5	82	0	18	0
R28	---	Rua Aveiro	194	4	69	0	15	0
R29	---	Rua Nova Santana	172	4	61	0	13	0
R30	---	Largo Trindade Coelho	248	5	88	0	19	0
R31	---	Viaduto de Santo António	343	7	122	1	26	1
R32	---	Rua Santo António	125	3	45	0	10	0
R33	---	Avenida Afonso III	597	13	213	1	45	1
R34	T1	Rua Abel Viana	593	13	211	1	45	1
	T2		76	2	27	0	6	0
R35	---	Praça Galiza	502	11	179	1	38	1
R36	---	Rua Tenente Coronel Afonso Paço	318	7	113	1	24	0
R37	T1	Estrada da Papanata	552	12	197	1	42	1
	T2		613	13	219	1	47	1
R38	T1	Avenida Capitão Gaspar de Castro	838	18	298	2	64	1
	T2		1119	24	399	2	85	2
R39	---	Avenida General Humberto Delgado	516	11	184	1	39	1
R40	---	Estrada de Santo Lúzia	909	19	324	2	69	1

Estrada			TMH					
Troço	Designação		D_L	D_P	E_L	E_P	N_L	N_P
R41	---	Rua Conde de Aurora	190	4	68	0	14	0
R42	---	Via Entre Santos	720	15	257	1	55	1
R43	---	Rua Ramalho Ortigão	318	7	113	1	24	0
R44	T1	Rua Aquilino Ribeiro	474	10	169	1	36	1
	T2	Rua do Ameal/Rua da Argaçosa	422	9	150	1	32	1
R45	T1	Rua Mateus Carvalhido	1072	23	382	2	81	2
	T2		349	7	124	1	26	1
R46	---	Rua Mateus Carvalhido	709	15	253	1	54	1
R47	---	Rua da Feira	118	2	42	0	9	0
R48	---	Rua dos Cruzeiros	159	3	57	0	12	0
R49	---	Rua dos Canos	112	2	40	0	8	0
R50	---	Estrada das Vilas	40	1	14	0	3	0
R51	---	Avenida da Praia	193	4	69	0	15	0
R52	---	Estrada da Amorosa	201	4	71	0	15	0
R53	---	Avenida do Cabedelo	160	3	57	0	12	0
R54	---	Variante IC1	939	20	335	2	71	1
R55	---	Rua de São José	575	12	205	1	44	1

Legenda: TMH - Tráfego Médio Horário; D_L - Diurno_Ligeiros, D_P - Diurno Pesados, E_L - Entardecer_Ligeiros, E_P - Entardecer Pesados, N_L - Noturno_Ligeiros e N_P - Noturno_Pesados

- 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).

8.2.2 Tráfego Ferroviário

O Concelho da Viana do Castelo é servido pela Linha do Minho. Atendendo aos tipos de composições e aos respetivos regimes atuais de circulação, consideraram-se as emissões ruidosas produzidas pela circulação de comboios de mercadorias e de passageiros de 4 tipologias: alfa-pendulares, intercidades, inter-regional e regionais.

O método base de cálculo utilizado foi o RMR96/SMRII, dos Países Baixos, tendo-se considerado as adaptações para o material circulante nacional previstas na referência bibliográfica. Para além desta informação, introduziram-se os restantes *inputs* necessários: número médio horário de movimentos e respetiva velocidade de circulação característica.

A informação relativa ao número de movimentos foi fornecida pelas Infraestruturas de Portugal e é apresentada no quadro seguinte.

Quadro 7 - Dados sobre regimes de circulação ferroviária na Linha do Norte (ano 2019).

Período	Tipo de Comboios	N.º médio anual de passagens de comboios / dia
Diurno (07-20 h)	Alfa Pendular	7,0
	Inter-Cidades	0,9
	Inter-Regional	15,4
	Regional	19,1
	Mercadorias	6,0
Entardecer (20-23 h)	Alfa Pendular	1,0
	Inter-Cidades	0,9
	Regional	2,9
	Mercadorias	4,2
Noturno (23-07 h)	Regional	4,8
	Mercadorias	2,0

8.2.3 Emissões de Fontes Industriais

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 de Viana do Castelo caracteriza-se pela existência de espaços industriais consolidados e de grande dimensão.

Em termos de implantação industrial, o concelho de Viana do Castelo caracteriza-se pela existência de espaços industriais consolidados e de dimensão apreciável. No presente estudo, procedeu-se ao levantamento e aferição das emissões sonoras de espaços industriais. As fontes industriais consideradas no estudo foram as seguintes:

- ☐ Zona Industrial do Neiva (Fase I e II);
- ☐ Estaleiros Navais de Viana do Castelo;
- ☐ Zona Industrial de Lanheses;
- ☐ Europac Kraft Viana, S.A.;
- ☐ Zona Industrial da Praia Norte;
- ☐ Pedreiras em actividade.

Todas as unidades industriais anteriores foram consideradas para a caracterização do ruído industrial do concelho de Viana do Castelo.

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.

8.2.4 Outras Fontes Sonoras

Para além das fontes sonoras anteriormente referidas, foram contemplados no presente mapa de ruído os Parques Eólicos: Parque Eólico Carreço Outeiro e o Parque Eólico da Serra de Arga. Para além das fontes acima mencionadas, não se identificou a influência de outras fontes fixas abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental.

8.3 Validação dos Resultados/Modelo de Cálculo

Foram efetuadas medições acústicas, em 4 locais, para validação dos resultados obtidos, conforme descrito no documento “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, conforme indicado na figura seguinte.

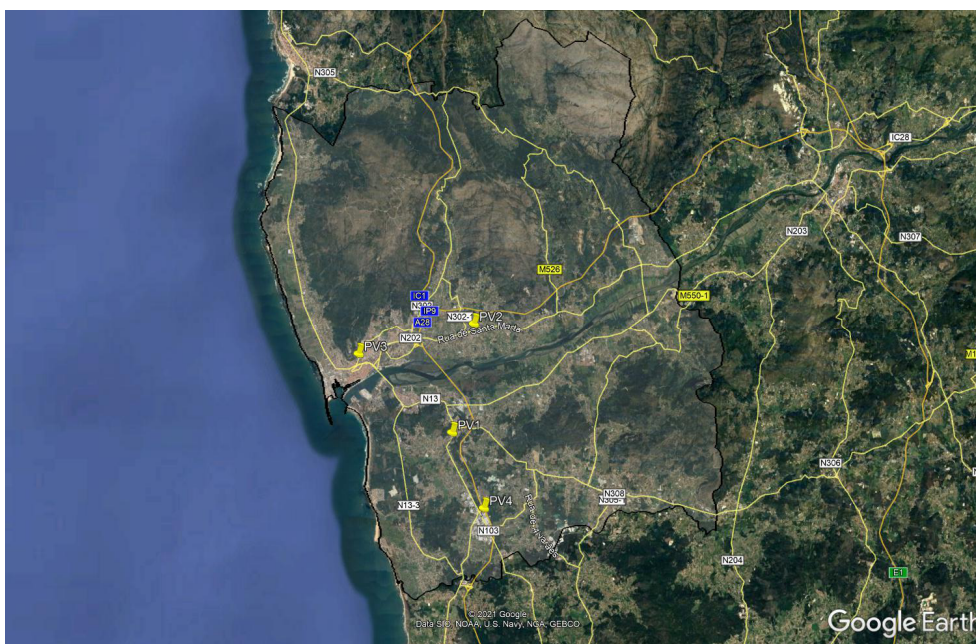


Figura 2: Localização dos pontos de validação.

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 8: 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 VACV132/20 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.

Quadro 9: 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 13]	41° 40'1.95"N 8° 47'0.27"W	69,0	68,4	+1,5	59,3	57,8	+0,6
PV2 [EN 202]	41° 42'33.01"N 8° 46'20.02"W	68,6	67,9	+1,6	57,9	56,3	+0,7
PV3 [Hospital]	41° 41'50.51"N 8° 49'53.80"W	67,7	66,9	+1,4	57,8	56,4	+0,8
PV4 [Zona Industrial]	41° 38'17.56"N 8° 46'1.47"W	70,7	68,9	+1,3	60,8	59,5	+1,8

9. RESULTADOS

9.1 Mapas de Ruído

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 de Viana do Castelo - 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 «compatibilidades»**, também para ambos os indicadores de ruído e ambas as situações estudadas, com uma notação de cores que permitirá uma mais fácil visualização do possível (in)cumprimento dos valores limites de exposição - Peças desenhadas do Anexo III.

9.2 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. A cada edifício foi associado o nível sonoro mais elevado, referente à fachada mais exposta do mesmo. As estimativas, para ambos os indicadores de ruído (L_{den} e L_n), apresentam-se no quadro seguinte.

Quadro 10: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, para os indicadores de ruído L_{den} e L_n .

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	52,1	77,1	77,0	77,0
45-50	15,0		9,0	17,9
50-55	10,0		8,9	
55-60	8,3	16,6	4,7	5,1
60-65	8,3		0,4	
65-70	5,8	6,3	0,0	
>70	0,5		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 11: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, para os indicadores de ruído, em 2021.

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	52,0	77,0	76,9	76,9
45-50	15,0		9,0	18,0
50-55	10,0		8,9	
55-60	8,4	16,7	4,7	5,1
60-65	8,3		0,4	
65-70	5,9	6,3	0,0	
>70	0,5		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.

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 de Viana do Castelo. A informação neles contida é, no entanto, muito mais rica e diversificada - permitem, nomeadamente, verificar que agentes/fenómenos são os “responsáveis” pelo ruído prevalente, 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 de Viana do Castelo, 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 de Viana do Castelo. 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 prevalente.

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 (A27 e A28) e as rodovias estruturantes que servem de ligação aos concelhos vizinhos (EN13/ER13, EN103, EN202, ER203, ER205 e ER308).

Os itinerários principal A27 e A28 são as fontes que determina 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), designadamente a EN13/ER13 e a ER203 e os principais arruamentos endógenos que permitem a circulação no

interior do núcleo urbano da Viana do Castelo, nomeadamente a Avenida Capitão Gaspar de Castro e a Rua Mateus Carvalhido.

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 baixo, associada ao impacte ruidoso provocado nas habitações localizadas junto ao traçado da Linha do Minho.

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 caráter 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 de Viana do Castelo 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 Viana do Castelo (A27, A28, EN13/ER13, EN103, ER203 e EN302) e os principais arruamentos endógenos (Alameda 5 de Outubro, Avenida Capitão Gaspar de Castro, Avenida do Atlântico, Estrada de Santa Lúzia, Rua dos Bombeiros Voluntários, Rua Mateus Carvalhido e Variante IC1), com volumes de tráfego de relevo, de que resultam emissões ruidosas apreciáveis;
- IV. O **tráfego ferroviário** tem um impacto ruidoso relevante sobre as áreas adjacentes ao traçado da Linha do Norte.
- 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 77% da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com a classificação de zonas sensíveis***, para os indicadores L_{den} e L_n ;

- ***Cerca de 94% e 95% 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 17% e 18% 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 6% e 5% 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. As áreas classificadas como zonas sensíveis ou mistas com níveis de ruído ambiente que excedem os critérios legais devem ser objeto de planos de redução de ruído.

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 6.3. 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.

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 DE VIANA DO CASTELO - ANO 2021 -

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

ANEXO N.º 3

MAPAS DE “COMPATIBILIDADES” DO CONCELHO DE VIANA DO CASTELO - ANO 2021 -

- Mapa de “Compatibilidades” - Indicador L_{den}
- Mapa de “Compatibilidades” - Indicador L_n