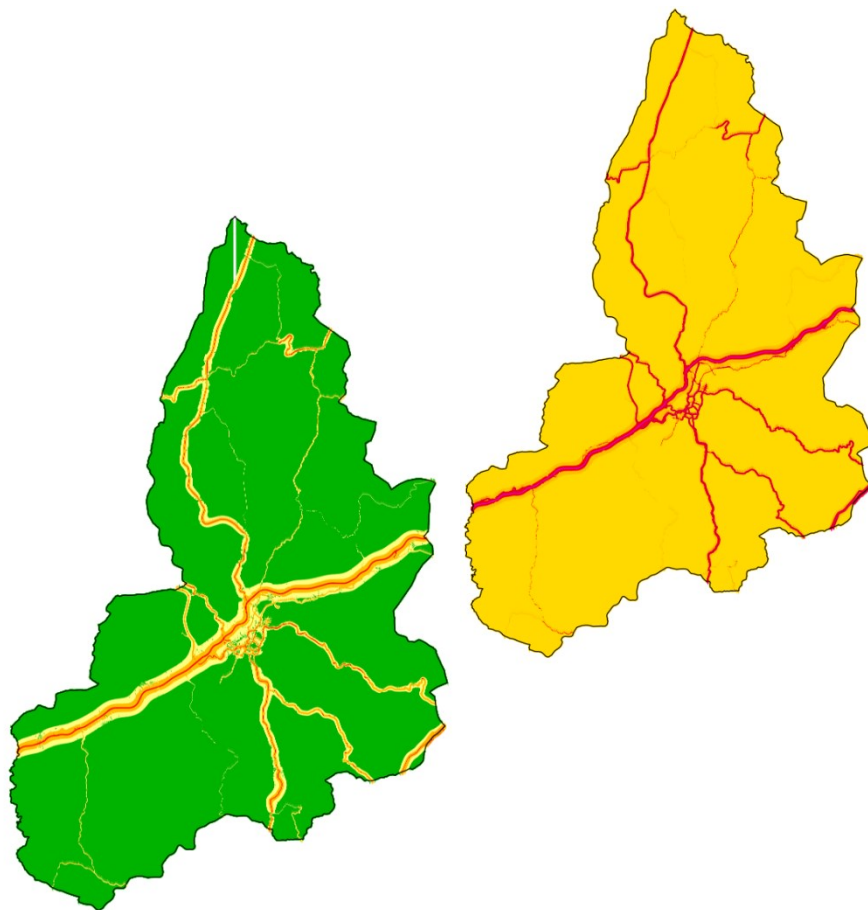


MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE MIRANDELA



- RELATÓRIO -

Relatório n.º MR.4433-2/22-CA^(*)

25 de novembro de 2024

(*) Este Relatório Anula e Substitui o anterior MR.4433/22-CA, 11 de maio 2022

ÍNDICE

1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO	3
2. NOTA INTRODUTÓRIA	4
3. DEFINIÇÕES E CONCEITOS DE INTERESSE	5
4. ENQUADRAMENTO LEGAL	6
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 Parametizações de Cálculo	14
8.2 Fontes de Ruído - Dados de entrada.....	15
8.2.1 Tráfego Rodoviário	16
8.2.1.1 Identificação das vias estudadas.....	16
8.2.1.2 Caracterização dos dados de entrada - Situação Atual.....	16
8.2.1.3 Caracterização dos dados de entrada - Situação Futura	20
8.2.2 Ruído Industrial	22
8.3 Validação dos Resultados/Modelo de Cálculo	22
9. RESULTADOS.....	24
9.1 Mapas de Ruído	24
9.1.1 Mapas de Ruído da Situação Atual.....	24
9.1.2 Mapas de Ruído da Situação Futura	24
9.2 Indicadores de Exposição ao Ruído dos Recetores Sensíveis	25
9.3 Indicadores de Exposição ao Ruído dos Recetores Sensíveis na proposta de Zonamento Acústico	27
10. IMPLICAÇÕES TÉCNICAS E LEGAIS DOS MAPAS	29
10.1 Influência Diferenciada de Fontes	29
10.2 Medidas Genéricas de Prevenção e Proteção do Ruído	30
10.3 Necessidades de Planos de Redução de Ruído	31
11. CONCLUSÕES	31
12. BIBLIOGRAFIA	33

ANEXOS:

PEÇA DESENHADA N.º 1 - REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ESTRADAS E RESPECTIVOS TROÇOS ESTUDADOS NA MODELAÇÃO ACÚSTICA

PEÇA DESENHADA N.º 2 - MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE MIRANDELA – ANO 2022

PEÇA DESENHADA N.º 3 - MAPAS DE “Conflito” DO CONCELHO DE MIRANDELA – ANO 2022

PEÇA DESENHADA N.º 4 - MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE MIRANDELA – ANO 2032

PEÇA DESENHADA N.º 5 - MAPAS DE “Conflito” DO CONCELHO DE MIRANDELA – ANO 2032

1. IDENTIFICAÇÃO DO ESTUDO

DADOS GERAIS

Requerente	Câmara Municipal de Mirandela Praça do Município 5370-288 Mirandela
Ref.^a da Proposta	P5892/19-CM de 23-09-2019
Objetivo do Estudo	Cálculo dos níveis de ruído ambiente exterior do concelho de Mirandela e representação gráfica dos Mapas de Ruído e de Conflito resultantes.
2ª Edição	Alteração das áreas do Zoneamento Acústico.

ESPECIFICAÇÕES DO ESTUDO

Método de Ensaio	Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro NP ISO 1996-1:2011, NP ISO 1996-2:2011, Anexo I do Decreto-Lei n.º 9/2007; IT.LabAV006 - Ensaaios_Ruído_Ambiental_LAeq_Longa_Duração. Tráfego rodoviário [Método de cálculo francês NMPB-Routes96] Ruído Industrial [Norma ISO 9613-2]	
Técnicos	Amostragem	Diogo Pires
	Execução Técnica	Cátia Albuquerque, Eng. ^a
	Diretora do Projeto	Cláudia Jacinto Machado, Eng. ^a

Aprovação	Função	Assinatura
Eng.º Augusto Miguel Lopes	Diretor Geral	 26/11/2024

2. NOTA INTRODUTÓRIA

O «Regulamento Geral do Ruído» (RGR), 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 de Mirandela***, dando assim cumprimento às disposições do Decreto-Lei anteriormente mencionado.

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:

$$L_{den} = 10 \lg \left(\frac{1}{24} \left(\frac{1}{3} L_d + \frac{1}{6} L_e + \frac{1}{6} L_n \right) \right)$$

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:

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

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: 7h-20h; Período do entardecer: 20h-23h; Período noturno: 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.

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 de Mirandela, à escala 1:10 000 (PDM).

Composto por 30 freguesias, o concelho de Mirandela tem uma área total aproximada de 658,96Km² e uma população residente de 21 394 habitantes (dados do Censos 2021), correspondendo uma densidade populacional de cerca de 32,5 habitantes/km².

Quadro 1: Dados populacionais das freguesias da área de estudo. (Fonte: Censos 2011 e 2021)

Freguesia	População Residente	
	2011	2021
Abambres	347	338
Abreiro	257	200
Agueiras	289	246
Alvites	237	171
Avantos e Romeu	376	341
Avidagos, Navalho e Pereira	531	446
Barcel, Marmelos e Valverde da Gestosa	415	320
Bouça	261	182
Cabanelas	386	346
Caravelas	214	152
Carvalhais	1 299	1 299
Cedães	338	270
Cobro	205	154
Fradizela	234	185
Franco e Vila Boa	334	263
Frechas	929	732
Freixeda e Vila Verde	170	137
Lamas de Orelhão	394	320
Mascarenhas	550	422
Mirandela	11 852	11 404
Múrias	281	244
Passos	423	333
São Pedro Velho	329	281
São Salvador	223	200
Suçães	574	507

Freguesia	População Residente	
	2011	2021
Torre de Dona Chama	1 105	920
Vale de Asnes	271	210
Vale de Gouvinhas	319	234
Vale de Salgueiro	424	344
Vale de Telhas	283	263
TOTAL	23 850	21 464

Os principais eixos rodoviários do Concelho de Mirandela são a A4, EN213, ER315 e EN15. A nível industrial, no concelho predominam fábricas de enchidos vários e granitos, de materiais de construção civil, de móveis e sofás, de fermentos, leveduras e adjuvantes, de cogumelos, galvanizadoras de alumínio para a construção civil, lagares de azeite, carpintarias, serralharias, oficinas de reparação de automóveis e armazéns logísticos.

7. METODOLOGIA DE ELABORAÇÃO DOS MAPAS

Para a execução da revisão dos Mapas de Ruído da área estudada tomaram-se como referência os requisitos técnicos descritos nos documentos técnicos da Agência Portuguesa do Ambiente «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 carácter 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.

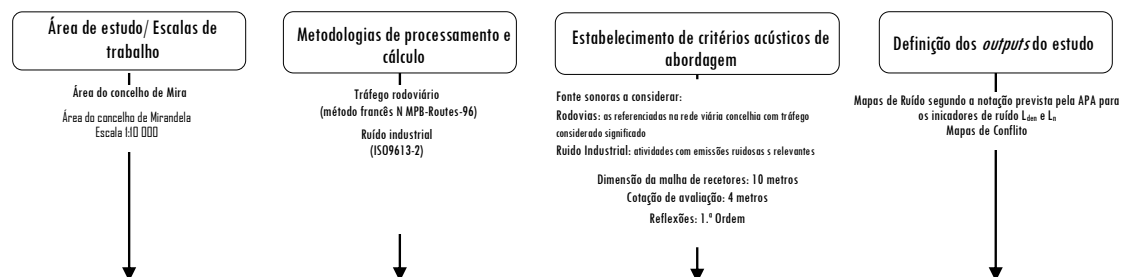
A modelação matemática constitui, por excelência, a ferramenta de suporte em previsão e é desejável na perspetiva de obtenção de resultados e bases de trabalho dinâmicas.

No presente estudo utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação. Por motivos de consistência técnica, efetuou-se um conjunto alargado 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 três ordens de razões:

- A significativa ausência de informação de base, por exemplo, para caracterização das emissões sonoras do tráfego rodoviário, dado que só para um número restrito de pontos existia informação sobre fluxos de tráfego, velocidades de circulação, etc.;
- 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 Mirandela.

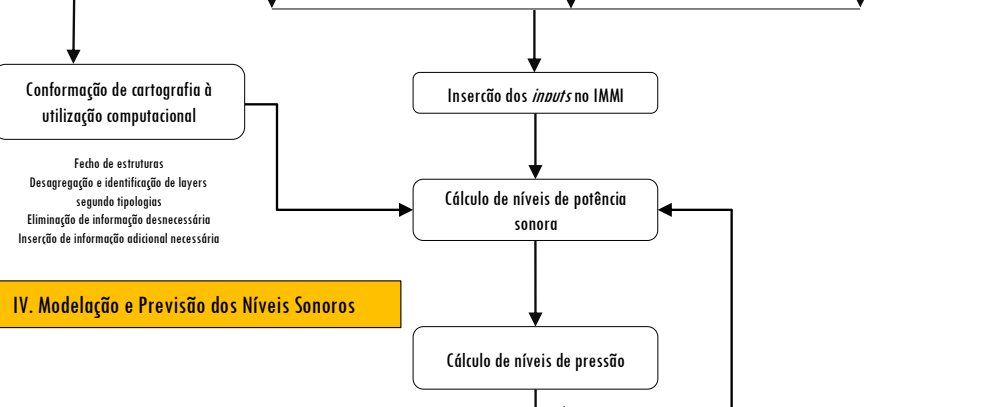
I. Definição do Âmbito e Objetivos do Estudo



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

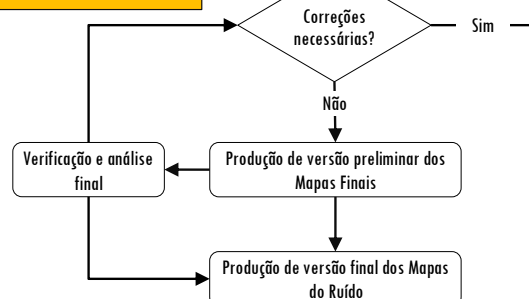


Figura 1: Diagrama de síntese da metodologia adotada.

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, 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 (7h-20h)**, do **entardecer (20h-23h)** e **noturno (23-7h)**.

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 de 2016 (*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 ao cálculo da elaboração dos Mapas de Ruído do Concelho de Mirandela.

Quadro 2: Resumo das configurações de cálculo utilizadas.

Parâmetros	Especificações
<i>Métodos de cálculo</i>	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 3744:1999 e EN ISO 3746:1995.
<i>Malha de cálculo</i>	15*15 metros, resultando num total de cerca de 2 945 212 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.
<i>Aproximação de cálculo relativamente à contribuição isolada de cada fonte sonora em cada ponto de cálculo</i>	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.
<i>Grau de reflexões</i>	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.

Parâmetros	Especificações
<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 refletoras - 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, adotando-se, como critério de simplificação, uma altura média dos edifícios de 6m para caracterizar a maioria dos edifícios do concelho.
<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

Concretamente para o caso estudado, consideraram-se 2 tipologias de fontes sonoras: **tráfego rodoviário** e **ruído industrial**.

Como já foi enunciado no estudo de Mapa de Ruído anterior (2014), o ruído de tráfego aéreo não foi incluído no estudo, pela sua diminuta relevância no parâmetro avaliado. O Aeródromo de Mirandela, não possui movimentações significativas, que gerem impacto significativo em termos de emissão sonora de longa, uma vez que o principal objetivo do mesmo é a promoção de atividades aeroespaciais e afins de categoria amadora.

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 Camara Municipal de Mirandela (CMM) e da informação geográfica que disponibiliza *online* no site (Google maps).

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

Tipo de Via	Designação da Via
Autoestradas	A4/IP4
Itinerários Principais e Complementares	IP2
Estradas Nacionais	EN15; EN206-1; EN213; ER315; EN102; EN102-1; EN314; EN514; ER206; ER315; Acesso EN15 e Variante EN213
Estradas e Caminhos Municipais	EM529-1; EM532; EM535; EM553; EM 558; EM559; EM560; EM561; EM578; EM548; EM582; EM603 e CM1073
Arruamentos	Rua 25 de Abril [R01], Bairro São José I [R02], Acesso à Zona Industrial [R03], Avenida São João [R04], Rua São Sebastião [R05], Tv. Ponte Romana [R06], Rua Convento [R07], Rua Alexandre Herculano - Rua São Mateus - Rua Clemente Menéres [R08], Avenida dos Bombeiros Voluntários e Avenida Amoreiras [R09], Rua Eng. Machado Vaz [R10], Urbanização Dom Dinis - Rua Dr Jorge Pires [R11], Avenida Nossa Senhora do Amparo [R12], Avenida Francisco Sá Carneiro [R13], Rua Peleiros [R14], Avenida Ponte da Europa - Avenida Varandas do tua [R15], Alameda Rio Tua [R16], Avenida 25 de Abril [R17], Rua 25 maio [R18] e Rua Vale de Azenha [R19].

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

8.2.1.2 Caracterização dos dados de entrada – Situação Atual

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

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

Quadro 4: Dados de tráfego das IP em troços de contagem situados no Concelho de Mirandela.

Via rodoviária	Sublanços	N.º Veículos (TMDA)	% Pesados
IP2	Nó de Bornes - Junqueira	2 458	8%
A4/IP4	Palheiros - Franco	7 166	14%
	Franco - Lamas de Orelhão	7 298	14%
	Lamas de Orelhão - Mirandela Poente	7 813	13%
	Mirandela Poente - Mirandela Norte	5 754	16%
	Mirandela Norte - Romeu	6 549	15%
	Romeu - Amendoeira	6 456	15%
EN15	Palheiros - Franco	1069	3%
	Franco - Mirandela	237	3%
EN102	Bornes (EN102/ER315) - Sampaio	2 979	6%
EN102-1	IP4 - IP2	1 063	3%
ER206	Valpaços - Bouça	1 424	3%
	Bouça - Zóio	1 334	1%
EN(d)213	Eixes - Mirandela	1 823	5%
EN213	Valpaços - Mirandela Poente	2 164	6%
	Mirandela - Vila Flor	3 972	9%
EN314	Abreiro - Samões (N214)	695	5%
ER315	Rebordelo - Bouça	2 422	12%
	Bouça - Mirandela Norte	2 937	12%
	Mirandela Norte - Mirandela	2 114	4%
	Zona Industrial de Mirandela Nascente3 - Bornes (EN102/ER315)	1 716	4%

- II. Para as restantes estradas concelhias, utilizaram-se os dados da edição anterior dos mapas de ruído do ano 2014. Desde a última versão dos mapas, não foram contruídas novas vias rodoviárias relevantes.

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 para a previsão dos níveis sonoros do ano 2019.

Estrada	Troços	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
A2	T1	396	58	203	29	53	17
	T2	404	59	207	30	54	18
	T3	436	60	223	30	58	18
	T4	309	56	158	28	41	17
	T5	357	56	183	29	50	17
	T6	352	56	180	29	50	17
IP2	---	146	11	75	6	19	3
EN15	T1	66	2	34	1	9	1
	T2	13	0	7	0	2	0
	T3	12	0	6	0	2	0
	T4	20	0	10	0	3	0
	T5	484	7	251	3	82	3
	T6	596	8	310	4	101	3
	T7	515	7	268	4	87	3
	T8	414	6	215	3	70	2
	T9	155	2	81	1	26	1
	T10	59	1	31	0	10	0
	T11	22	0	10	0	3	0
	T12	22	0	11	0	3	0
	T13	14	0	8	0	2	0
Acesso EN15	T1	534	7	278	4	90	3
	T2	526	7	273	4	89	3
EN102	--	178	11	91	6	24	3
EN102-1	---	67	2	34	1	9	1
EN206-1	T1	162	2	84	1	27	1
	T2	57	1	30	0	10	0
	T3	52	1	27	0	9	0
	T4	40	1	21	0	7	0
	T5	157	2	82	1	27	1
	T6	156	2	81	1	26	1
	T7	253	3	132	2	43	1
	T8	300	4	156	2	51	1
	T9	347	5	180	2	59	2

Estrada	Troços	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
EN213	T1	111	5	57	3	15	2
	T2	1187	16	617	8	201	6
	T3	591	8	307	4	100	3
	T4	503	7	261	3	85	2
	T5	328	5	170	2	55	2
	T6	344	5	179	2	58	1
	T7	209	2	108	1	35	1
	T8	185	2	96	1	31	1
Variante à EN213	---	88	3	45	1	12	1
EN314	T1	15	0	8	0	3	0
	T2	28	0	15	0	5	0
EN514	---	14	0	7	0	2	0
CM1073	---	33	0	17	0	6	0
EM529-1	---	8	0	4	0	1	0
EM532	T1	19	0	10	0	3	0
	T2	27	0	14	0	5	0
EM535	---	8	0	4	0	1	0
EM553	---	23	0	12	0	4	0
EM558	---	11	0	6	0	2	0
EM559	---	70	1	36	0	12	0
EM560	T1	13	0	7	0	2	0
	T2	13	0	7	0	2	0
EM561	---	13	0	7	0	2	0
EM578	---	110	2	57	1	19	1
EM582	T1	11	0	6	0	2	0
	T2	20	0	10	0	3	0
EM603	---	17	0	9	0	3	0
ER206	T1	109	1	56	1	19	1
	T2	105	1	55	1	18	1
	T3	33	1	17	0	6	0
	T4	88	3	45	1	12	1
ER315	T1	137	17	70	8	19	5
	T2	144	2	74	2	25	0
	T3	192	3	99	2	33	2
	T4	209	3	108	2	36	2
	T5	98	1	51	0	17	0
	T6	164	2	85	1	28	1
	T7	131	2	68	1	22	0
[R01] Rua 25 de Abril	---	104	1	54	1	18	1

Estrada	Troços	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
[R02] Bairro São José I	---	40	1	21	0	7	0
[R03] Acesso à Zona Industrial	---	169	2	88	1	29	1
[R04] Avenida São João	T1	308	4	160	2	52	1
	T2	384	5	200	3	65	2
[R05] Rua São Sebastião	---	106	1	55	1	18	1
[R06] Tv. Ponte Romana	---	50	1	26	0	8	0
[R07] Rua Convento	---	106	1	55	1	18	1
[R08] Rua Alexandre Herculano/ Rua São Mateus/ Rua clemente Menéres	---	149	2	77	1	25	1
[R09] Avenida dos bombeiros Voluntários	T1	825	11	429	6	139	4
[R09] Avenida Amoreiras	T2	825	11	429	6	139	4
[R10] Rua Eng. Machado Vaz	---	581	8	302	4	98	3
[R11] Urbanização Dom Dinis - Rua Dr. Jorge Pires	---	228	3	119	2	39	1
[R12] Avenida Nossa Senhora do Amparo	---	219	3	114	1	37	1
[R13] Avenida Francisco Sá Carneiro	T1	323	4	168	2	55	2
	T2	97	1	50	1	16	0
[R14] Rua Peleiros	---	121	2	63	1	20	1
[R15] Avenida Ponte da Europa	T1	272	4	141	2	46	1
[R15] Avenida Varandas do tua	T2	272	4	141	2	46	1
[R16] Alameda Rio Tua	T1	37	1	19	0	6	0
[R17] Avenida 25 de Abril	T1	377	5	196	3	64	2
	T2	326	4	169	2	55	2
[R18] Rua 25 Maio	---	219	3	114	1	37	1
[R19] Rua Vale de Azenha	---	336	5	175	2	57	2

8.2.1.3 Caracterização dos dados de entrada – Situação Futura

No concelho de Mirandela, as alterações estruturantes mais relevantes, sob o ponto de vista acústico, são a construção de dois novos troços rodoviários, já projetadas no antigo estudo de Mapas de Ruído de 2014. As vias propostas são esquematicamente evidenciadas na figura 2.

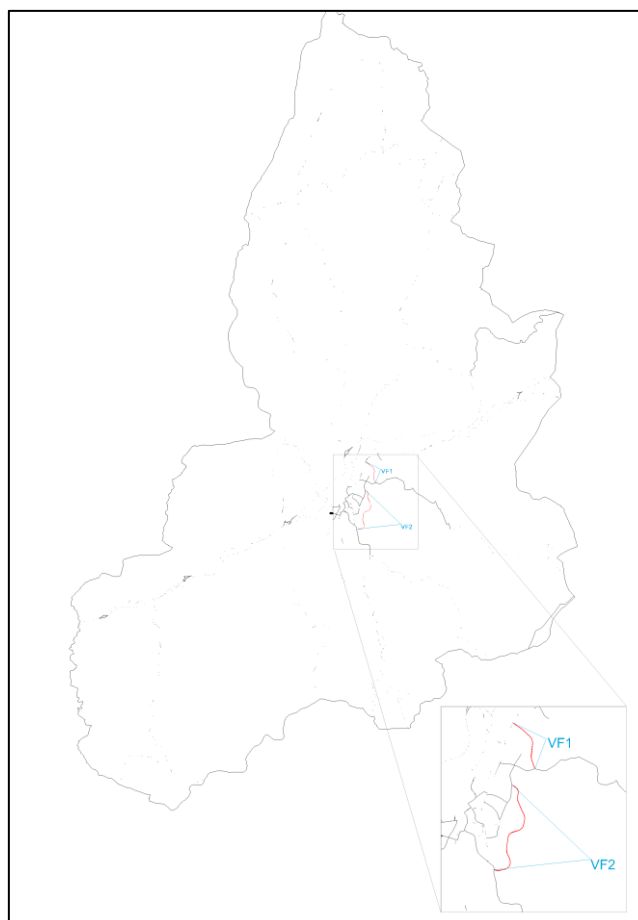


Figura 2: Vias rodoviárias propostas consideradas no âmbito do presente estudo.

Como referido no antigo relatório, para estas vias não existe estudos disponíveis sobre previsões de tráfego, adotaram-se estimativas de fluxos em função da dinâmica atualmente existente e tendo também em consideração a tipologia da via em causa e a previsível magnitude de utilização. Para as demais vias rodoviárias, adotaram-se os mesmos quantitativos de tráfego relativamente à situação atual, que se encontram no quadro 6.

Quadro 6: Estimativa de tráfego na via projetada.

Estrada	Via Projetada	Fluxo médio horário estimado de tráfego (veículos/hora)					
		Período Diurno		Período Entardecer		Período Noturno	
		VL	VP	VL	VP	VL	VP
Vias do Sistema Secundário	VP1	75	2	35	1	9	0
	VP2	75	2	35	1	9	0

8.2.2 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 (relembra-se que o APA determina, como critério mínimo, a necessidade de avaliação apenas às unidades industriais abrangidas pelo regime jurídico de avaliação de impacte ambiental).

Em termos de implantação industrial, o concelho de Mirandela caracteriza-se pela existência da Zona Industrial de Mirandela e AIN - Complexo AgroIndustrial do Cachão e outras pequenas indústrias dispersas pelo concelho.

No presente estudo 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.

As emissões sonoras das unidades industriais não têm importância relativa assinalável, especialmente quando comparadas com o tráfego rodoviário existente na sua proximidade. No entanto, e numa perspetiva de proteção do munícipe, considerou-se que todas as restantes indústrias, seriam modeladas como fontes verticais em área com 9 m de altura, com um nível contínuo de potência sonora de 60 dB(A)/m² no período de referência diurno de 45dB(A) nos restantes períodos de referência (WG-AEN, 2007).

8.3 Validação dos Resultados/Modelo de Cálculo

Para efeitos de adaptação dos mapas existentes, considerou-se dispensável a realização de medições acústicas para validação dos resultados assim obtidos, conforme descrito no documento “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”.

A validação do modelo acústico e das respetivas fontes foi efetuada, no mapa de ruído anterior, com base na comparação entre os valores de L_{Aeq} medidos “in situ” com os valores calculados pelo modelo para os mesmos pontos. Para o efeito, selecionaram-se 2 locais de monitorização, nos quais se procedeu a medições de longa duração, de acordo com o estabelecido na Norma Portuguesa NP 1730, englobando diversos períodos do dia. Estes locais encontram-se representados na figura 3.



Figura 3: Representação esquemática dos pontos de medições acústicas de validação.

As campanhas de medição realizadas, no anterior mapa, 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, pontos com influência predominante de um só tipo de fonte sonora, locais de ocupação sensível do solo e zonas 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.

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 6: Comparação entre os resultados obtidos por cálculo e por medição.

Via rodoviária	L_d [dB(A)]			L_n [dB(A)]		
	Simulação	Medição	Desvio	Simulação	Medição	Desvio
PV1 [A4]	57	57	0	48	47	-1
PV2 [Av 25 Abril]	66	65	-1	57	56	-1

9. RESULTADOS

9.1 Mapas de Ruído

9.1.1 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 de Mirandela - Ano 2022, 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** - Ano 2022, 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.

9.1.2 Mapas de Ruído da Situação Futura

Os resultados finais referentes à situação futura, encontram-se igualmente 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 Mirandela - Ano 2032, para os indicadores L_{den} e L_n , de acordo com a notação de cores recomendada pela APA - Peças desenhadas do Anexo IV;
- ✎ **Mapas de conflito** - Ano 2032, 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 - Peças desenhadas do Anexo V.

9.2 Indicadores de Exposição ao Ruído dos Recetores Sensíveis

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 e das suas freguesias, 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 as duas situações (situação atual e situação futura). 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 a diferentes classes de níveis sonoros, para os indicadores de ruído L_{den} e L_n , situação atual 2022.

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	41,4	81,4	77,0	77,0
45-50	25,2		9,9	18,5
50-55	14,9		8,6	
55-60	8,8	15,5	4,1	4,5
60-65	6,6		0,4	
65-70	3,1	3,1	0,0	
>70	0,0		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 e das suas freguesias, 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 níveis de ruído. As estimativas, para ambos os indicadores de ruído (L_{den} e L_n), apresentam-se no quadro seguinte.

Quadro 10: Estimativas (em %) de população exposta a diferentes classes de níveis sonoros, para os indicadores de ruído *Lden* e *Ln*, situação atual 2022.

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	<i>Lden</i>		<i>Ln</i>	
<45	48,4	88,7	84,7	84,7
45-50	26,5		9,0	13,7
50-55	13,7		4,7	
55-60	7,2	10,4	1,5	1,6
60-65	3,2		0,1	
65-70	0,9	0,9	0,0	
>70	0,0		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.

As estimativas, referentes à situação futura, para ambos os indicadores de ruído (*Lden* e *Ln*), apresentam-se nos quadros 11 e 12.

Quadro 7: Estimativas (em %) dos edifícios expostos a diferentes classes de níveis sonoros, para os indicadores de ruído *Lden* e *Ln*, situação futura 2032.

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	<i>Lden</i>		<i>Ln</i>	
<45	42,5	82,1	77,4	77,0
45-50	24,3		10,5	18,6
50-55	15,4		8,1	
55-60	8,8	15,1	3,7	4,4
60-65	6,3		0,3	
65-70	2,7	2,8	0,0	
>70	0,0		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 *Lden* e *Ln*, sendo os resultados apresentados no quadro seguinte.

Quadro 8: Estimativas (em %) de população exposta a diferentes classes de níveis sonoros, para os indicadores de ruído L_{den} e L_n , situação atual 2032.

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	L_{den}		L_n	
<45	49,1	88,9	84,6	84,6
45-50	25,6		9,4	14
50-55	14,2		4,6	
55-60	7,2	10,3	1,4	1,4
60-65	3,1		0,1	
65-70	0,8	0,4	0,0	
>70	0,0		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.

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

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

Em concreto, foram calculadas, de acordo com a metodologia apresentada no ponto 9.2, 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 no quadro 13 e 14.

Quadro 13: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, presentes nas zonas classificadas para os indicadores de ruído, em 2022.

VLE - DESCRITOR [dB(A)]	L_{den}			L_n		
	≤ 0	]0-5[	≥ 5	≤ 0	]0-5[	≥ 5
% de Edifícios	91,2	6,1	2,7	89,0	6,9	5,2

Quadro 14: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, pertencentes às zonas classificadas, para os indicadores de ruído, em 2022.

VLE - DESCRITOR [dB(A)]	L_{den}			L_n		
	≤ 0	]0-5[	≥ 5	≤ 0	]0-5[	≥ 5
% da População	99,3	0,7	0,0	98,5	1,4	0,1

Para a situação futura, as estimativas para ambos os indicadores de ruído (L_{den} e L_n), apresentam-se nos quadros seguintes.

Quadro 15: Estimativas (em %) dos edifícios expostos ao ruído, presentes nas zonas classificadas para os indicadores de ruído, em 2032.

VLE - DESCRITOR [dB(A)]	L_{den}			L_n		
	≤ 0	]0-5[	≥ 5	≤ 0	]0-5[	≥ 5
% de Edifícios	96,9	3,1	0,0	95,6	4,0	0,4

Quadro 12: Estimativas (em %) de população exposta ao ruído, pertencentes às zonas classificadas, para os indicadores de ruído, em 2032.

VLE - DESCRITOR [dB(A)]	L_{den}			L_n		
	≤ 0	]0-5[	≥ 5	≤ 0	]0-5[	≥ 5
% da População	99,0	1,0	0,0	98,5	1,5	0,0

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 Mirandela. 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 de Mirandela 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 Mirandela. Os Mapas de ruído finais refletem este facto - na quase totalidade da área concelhia 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 rodovias estruturantes que servem de ligação aos concelhos vizinhos (A4, EN15, EN213, Avenida São João e Avenida dos Bombeiros Voluntários).

No que diz respeito ao ruído industrial, no concelho de Mirandela não existe emissões ruidosas de grande importância.

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 Mirandela em termos dos indicadores de ruído L_{den} e L_n , para is horizontes temporais de 2022 e 2032

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 Mirandela (A4, EN15, EN213 e EN206-1) e os principais arruamentos endógenos (Avenida São João, Avenida dos bombeiros Voluntários / Avenida Amoreiras, Rua Eng. Machado Vaz, Avenida 25 de Abril e Rua Vale de Azenha);
- IV. Relativamente ao **ruído industrial**, verificou-se que as indústrias, no geral, não têm uma importância direta assinalável, especialmente quando comparadas com o tráfego rodoviário;
- V. Estimativas efetuadas no âmbito do presente estudo, apontam que na situação atual:
- **Cerca de 89% e 85% 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 99% e 98% 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 10% e 14% 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 1% e 2% da população estão em locais com níveis sonoros incompatíveis com zonas mistas ou zonas sensíveis**, para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente.
- VI. Estimativas efetuadas no âmbito do presente estudo, tendo como base a proposta de classificação acústica do município de Mirandela, apontam para que:
- **Cerca de 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 ;
 - **Cerca de 1% da população está exposta a níveis de ruído ambiente que estão 0 até 5 dB(A) acima da classificação acústica proposta**, para o indicador L_{den} e 1,5% para o indicador L_n ;
 - **E cerca de 0,1% 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 .
- 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», 2006, 2.^a ed.;
- [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 & Amendments» - Wölfel MeBsysteme, 2007.

ANEXOS

PEÇA DESENHADA N.º 1

**REPRESENTAÇÃO ESQUEMÁTICA DAS ESTRADAS E RESPETIVOS
TROÇOS ESTUDADOS NA MODELAÇÃO ACÚSTICA**

PEÇA DESENHADA N.º 2

MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE MIRANDELA - ANO 2022

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

PEÇA DESENHADA N.º 3

MAPAS DE “CONFLITO” DO CONCELHO DE MIRANDELA - ANO 2022

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

PEÇA DESENHADA N.º 3

MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE MIRANDELA - ANO 2032

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

PEÇA DESENHADA N.º 5

MAPAS DE “CONFLITO” DO CONCELHO DE MIRANDELA - ANO 2032

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