

MAPAS DE RUÍDO
(de acordo com o Regulamento Geral de Ruído – Dec.-Lei 9/2007)

**MAPA DE RUÍDO DO MUNICÍPIO
DE
MOGADOURO**

RELATÓRIO TÉCNICO

JUNHO 2026

MAPA DE RUÍDO DO MUNICÍPIO DE MOGADOURO

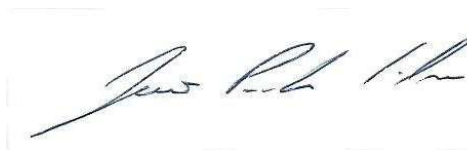
RELATÓRIO TÉCNICO

15-06-2026

REALIZADO POR:

(JOÃO PEDRO SILVA – ENG.º MECÂNICO)

(NUNO MEDINA – ENG.º CIVIL)



SONOMETRIA – Medições de Som, Projectos Acústicos, Consultoria, Higiene e Segurança, Lda.
Rua da Mina 21, Barrunchal, 2710-157 Sintra
NC 504 704 745 | Telf. 214 264 806 | comercial@sonometria.pt | www.sonometria.pt

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO.....	5
2. ENQUADRAMENTO LEGAL	6
2.1. DEFINIÇÕES	6
2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL DOS MAPAS DE RUÍDO	8
3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	11
3.1. METODOLOGIA	11
3.2. NORMAS E PARÂMETROS DE CÁLCULO	12
3.3. PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS	13
4. DESCRIÇÃO	15
4.1. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL EM ESTUDO	15
4.2. MODELO DIGITAL DO TERRENO	17
4.3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA	18
4.4. EDIFÍCIOS	18
4.5. FONTES DE RUÍDO	19
4.5.1. FONTES DE RUÍDO RODOVIÁRIO	19
4.5.2. FONTES INDUSTRIAIS	22
4.6. VALIDAÇÃO DO RESULTADO DO MAPA DE RUÍDO	25
5. RESULTADOS E CONCLUSÕES	27
6. BIBLIOGRAFIA	29
ANEXOS.....	31
ANEXO I – MAPA DE RUÍDO ATUAL	32

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 - Valores limite de exposição	8
Quadro 2 – Configurações e parâmetros de cálculo.....	13
Quadro 3 - Relação de cores para as classes de níveis sonoros	14
Quadro 4 – Tráfego Médio Horário de Cálculo por Período de Referência	21
Quadro 5 – Fontes industriais consideradas na modelação	23
Quadro 6 – Zona industrial de Mogadouro	24
Quadro 7 – Parque eólico da Castanheira	24
Quadro 6 – Validação do modelo: comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos	26

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama resumo da metodologia adotada	11
Figura 2 – Enquadramento do concelho de Mogadouro	16
Figura 3 – Representação do modelo ao nível do concelho	17
Figura 4 – Detalhes do modelo base para os mapas de ruído	18
Figura 5 – Vista 3D do das rodovias no modelo acústico	19
Figura 6 – Fontes industriais	22
Figura 7 – Apontamento fotográfico dos pontos de validação (Ponto 1, Ponto 2)	26

ANEXOS

ANEXO I.1 – MAPA DE RUÍDO ATUAL – indicador L_{den}

ANEXO I.2 – MAPA DE RUÍDO ATUAL – indicador L_n

1. INTRODUÇÃO

As cartas de Ruído são instrumentos essenciais no diagnóstico e gestão do meio ambiente sonoro. Sendo uma fonte de informação para técnicos de planeamento do território e para os cidadãos em geral, pretende-se que com estas seja possível planear, prevenir ou corrigir situações, gerando uma melhoria na qualidade do meio ambiente sonoro. Nas zonas junto a vias de transportes, a atividades industriais, a atividades comerciais e a áreas urbanas em geral, as cartas de ruído revelam-se de grande importância no que se refere às novas políticas de melhoria do ambiente sonoro.

Os Mapas de Ruído são considerados como formas privilegiadas de diagnóstico para avaliação da exposição das populações ao Ruído e como instrumentos que estão na base para a elaboração dos planos de redução de Ruído, em conformidade com o Regulamento Geral de Ruído (Decreto-Lei 9/2007, de 17 de janeiro) [RGR].

O presente estudo enquadra-se no estabelecido nos artigos 6.º e 7.º do Capítulo II do Regulamento Geral de Ruído (RGR), relativos aos Planos municipais de ordenamento do território e aos Mapas de Ruído.

No âmbito da revisão do Plano Diretor Municipal (PDM) é elaborado o mapa de ruído da situação existente para o município de Mogadouro. No presente estudo, foram seguidas as premissas, metodologia e diretrizes utilizados na elaboração do Mapa de Ruído da Situação Atual.

O Mapa de Ruído do Município de Mogadouro tem como objetivo, caracterizar o ambiente sonoro atual, à escala do PDM, para o Município de Mogadouro.

Foi utilizada a escala 1:10000. No final do estudo e serão apresentados os mapas de ruído para os indicadores L_{den} e L_n , considerando as principais fontes de ruído.

2. ENQUADRAMENTO LEGAL

A legislação portuguesa em que se baseiam as disposições legais elaboradas e apresentadas neste trabalho é descrita no Regulamento Geral do Ruído (RGR) – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e nas diversas Notas Técnicas elaboradas pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente).

2.1. DEFINIÇÕES

Seguidamente apresentam-se algumas definições importantes relativas aos mapas de ruído, e ao presente estudo em particular, constantes da referida legislação.

«**Grande infraestrutura de transporte rodoviário**» (GIT) - o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional identificada como tal pela Estradas de Portugal, E. P. E., onde se verifique mais de três milhões de passagens de veículos por ano;

«**Mapa de Ruído**» - o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores L_{den} e L_n , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais correspondem uma determinada classe de valores expressos em dB(A);

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

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

«**Indicador de Ruído diurno (L_d) ou (L_{day})**» - o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

«**Indicador de Ruído entardecer (L_e) ou ($L_{evening}$)**» - o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

«**Indicador de Ruído noturno (L_n) ou (L_{night})**» - o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão atualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano;

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

- Período diurno – das 7 às 20 horas;
- Período de entardecer – das 20 às 23 horas;
- Período noturno – das 23 às 7 horas;

«**Recetor sensível**» - o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

«**Ruído de vizinhança**» - o ruído associado ao uso habitacional e às atividades que lhe são inerentes, produzido diretamente por alguém ou por intermédio de outrem, por coisa à sua guarda ou animal colocado sob a sua responsabilidade, que, pela sua duração, repetição ou intensidade, seja suscetível de afetar a saúde pública ou a tranquilidade da vizinhança;

«**Ruído ambiente**» - o ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado;

«**Ruído particular**» - o componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

«**Ruído residual**» - o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;

«**Zona mista**» - a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

«**Zona sensível**» - a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período noturno;

«**Zona urbana consolidada**» - a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Há ainda a realçar os conceitos:

Valor Limite – Valor que, conforme determinado pelo Estado-membro (em Portugal correspondente aos valores impostos para zonas sensíveis ou mistas), caso seja excedido, deverá ser objeto de medidas de redução por parte das autoridades competentes;

Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, L_{Aeq} , de um Ruído e num Intervalo de Tempo – Nível sonoro, em dB (A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo,

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

em que: $L(t)$ - valor instantâneo do nível sonoro em dB (A);

T- o período de tempo considerado.

2.2. ENQUADRAMENTO LEGAL DOS MAPAS DE RUÍDO

Atualmente com o intuito de salvaguardar a saúde humana e o bem-estar das populações, está em vigor o Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de março, e com as alterações introduzidas pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.

O controlo de ruído é complementado pelas disposições previstas no Regime de Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (RAGRA), estabelecido no Decreto-Lei n.º 136-A/2019, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) 2015/996, da Comissão, que procede à alteração do da Diretiva 2002/49/CE (Decreto-Lei n.º 146/2006), estabelecendo métodos comuns de avaliação do ruído.

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, atribui a competência aos Municípios (n.º 2 do artigo 6º do RGR), no âmbito dos respetivos Planos de Ordenamento do Território, estabelecer a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas, e em função dessa classificação devem ser respeitados os valores limite de exposição (artigo 11º, em conjugação com o artigo 19º), que se apresentam no Quadro 1, respetivamente para os indicadores L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno) e L_n (indicador ruído nocturno).

Quadro 1 - Valores limite de exposição

Valores limite de exposição		
Zona	L_{den} (24 horas)	L_n (23h00 às 07h00)
Sensível	55 dB(A)	45 dB(A)
Mista	65 dB(A)	55 dB(A)
Na ausência de classificação	63 dB(A)	53 dB(A)

Refere, ainda, no ponto 3 do mesmo artigo, que: até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos recetores sensíveis os valores limite de L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

No que diz respeito ao licenciamento de operações urbanísticas, o n.º 6 do artigo 12º refere que é interdito o licenciamento ou a autorização de novos edifícios habitacionais, bem como de novas escolas, hospitais ou similares e espaços de lazer enquanto se verifique violação dos valores limite fixados no artigo anterior.

O n.º 7 desse mesmo artigo estabelece, porém, que podem ser licenciados novos edifícios habitacionais em zonas urbanas consolidadas desde que essa zona seja abrangida por um plano municipal de redução de ruído ou não seja excedido em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11º e haja um reforço

suplementar de 3 dB(A) do isolamento de fachada (expresso através do índice $D_{2m,nT,w}$) em relação ao limite estipulado no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (DL 96/2008).

Ainda de acordo com o RGR, cabe à Agência Portuguesa de Ambiente (APA) a definição de diretrizes para elaboração de mapas de ruído.

No presente estudo, foi seguida a metodologia, diretrizes e métodos de cálculo utilizados na elaboração do Mapa de Ruído da Situação Atual do Município de Mogadouro, de junho de 2023, que se apresentam em seguida:

- Todos os mapas de ruído devem reportar-se aos indicadores L_{den} e L_n , ambos calculados a uma altura acima do solo de 4 metros;
- Para elaboração dos mapas de ruído municipais recomendam-se os métodos de cálculo referidos no Anexo II da DRA, que foi, entretanto, substituído pela Diretiva Europeia 2015/996;
- A cartografia base deve incluir a altimetria do terreno (curvas de nível cotadas), a localização e altura dos edifícios, das fontes de ruído (infraestruturas de transporte e fontes fixas) e dos obstáculos permanentes à propagação do ruído (por exemplo, muros e barreiras acústicas);
- No que se refere às escalas de trabalho, devem ser iguais ou superiores a:
 - 1:10 000 para mapas municipais de ruído para articulação com os PDM e para MER de aglomerações e de GIT;
 - 1:5 000 ou outras superiores que a regulamentação própria sobre cartografia venha a definir, para mapas de ruído para articulação com PU/PP.
- Os mapas para articulação com o PDM devem incluir, pelo menos as seguintes fontes de ruído:
 1. As rodovias cujo tráfego médio diário anual (TMDA) ultrapasse 8 000 veículos e todas as rodovias que confluem com estes eixos;
 2. As ferrovias, incluindo as linhas da rede principal e complementar, o metropolitano de superfície, com 30 000 ou mais passagens de comboios por ano;
 3. Todos os aeroportos e aeródromos;
 4. As indústrias abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e/ou de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição;
 5. Os mapas para articulação com PU e PP devem incluir todas as fontes sonoras com emissões para o exterior.

- Os valores apresentados no mapa devem ser comparados com valores de medições efetuadas em locais selecionados, através de uma ou mais medições de longa duração (duração mínima de 48 horas);
- Deve ser considerada, pelo menos, a primeira ordem de reflexões para os mapas de ruído à escala do PDM e mapas estratégicos de ruído e, pelo menos, a segunda ordem de reflexões para mapas às escalas de PU ou PP;
- Deve utilizar-se uma malha máxima de 10x10 metros para todos os MER, bem como para os mapas municipais de ruído para articulação com o PDM. No caso de mapas de ruído para articulação com PU/PP, dado o seu maior rigor, deve ser adotada uma malha de cálculo que no máximo deve ser de 5x5 metros, podendo ser adotadas malhas mais apertadas.

3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

3.1. METODOLOGIA

No presente estudo, foi seguida a metodologia, diretrizes e métodos de cálculo utilizados na elaboração do Mapa de Ruído da Situação Atual do Município de Mogadouro. A elaboração de um mapa de ruído pode ser descrita resumidamente pelo diagrama em baixo apresentado:

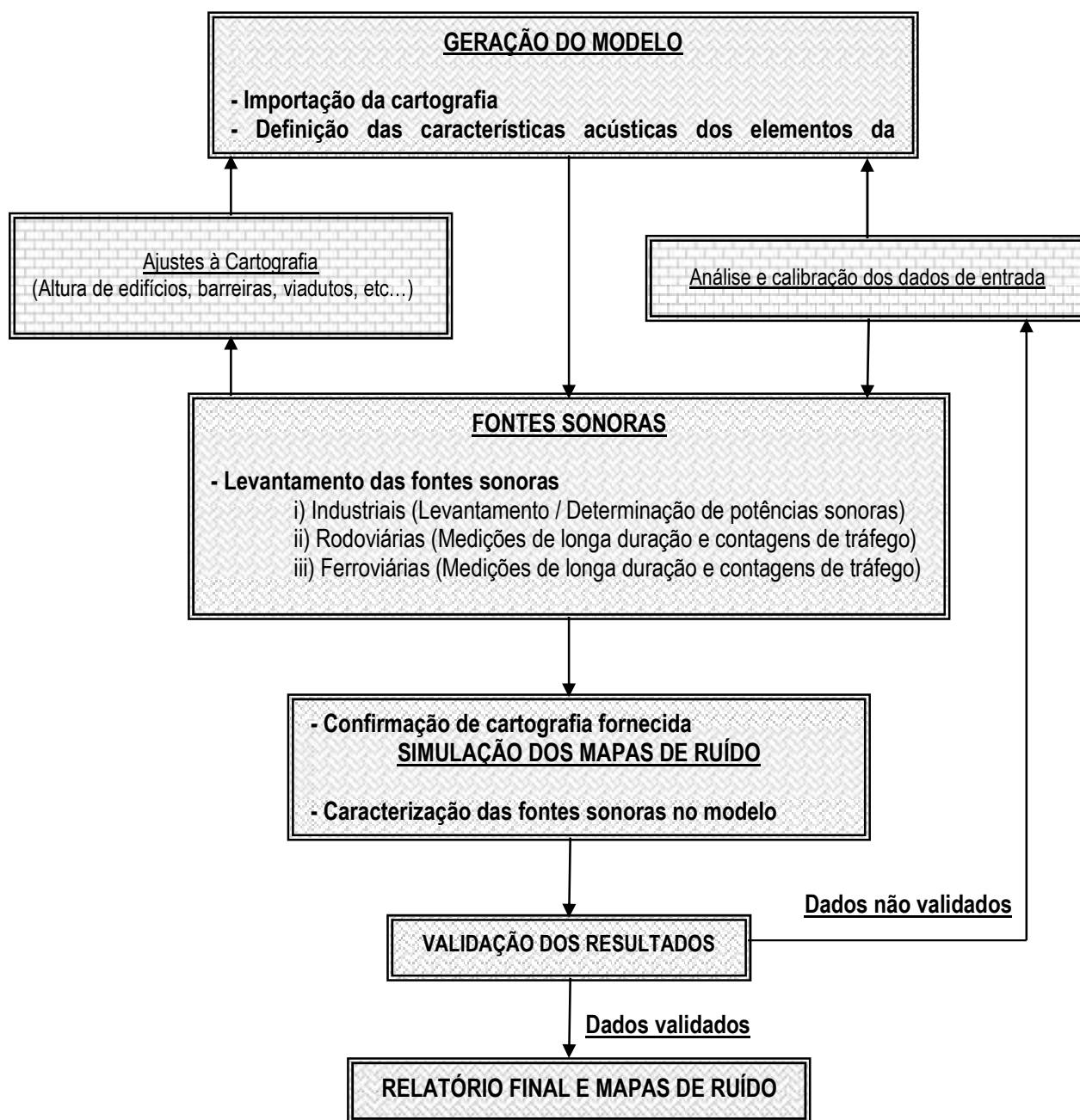


Figura 1 – Diagrama resumo da metodologia adotada

3.2. NORMAS E PARÂMETROS DE CÁLCULO

O presente Estudo foi elaborado de acordo com a legislação aplicável em vigor e pretende dar cumprimento ao definido no Decreto-Lei 9/2007, de 17 de janeiro, e no Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, que transpõe a Diretiva (UE) 2015/996), que altera e republicado pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho (que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE), relativamente à elaboração de mapas de ruído.

No desenvolvimento foram também tidos em conta os seguintes documentos de referência:

- Agência Portuguesa do Ambiente – Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Método CNOSSOS-EU - Versão 2 (novembro 2023)
- Agência Portuguesa do Ambiente – Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído (novembro de 2022).
- Agência Portuguesa do Ambiente – Mapas Municipais de Ruído – Modelo e formato de dados Versão 1 (julho de 2023).
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN) – Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure (Version 2). 2007.

As medições de ruído ambiente e caracterização fontes – foram efetuadas pelo Laboratório de Acústica Sonometria com acreditação IPAC – L0535, pelo Instituto Português de Acreditação, considerando os seguintes normativos:

- NP ISO 1996-1:2021 – Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de Avaliação.
- NP ISO 1996-2:2021 – Acústica - Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente.

Na modelação das Fontes Sonoras foi utilizado o seguinte método de cálculo:

- Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSOS-EU), Diretiva (UE) 2015/996 e transposta pelo Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, na redação atual.

No presente estudo, de acordo com o trabalho de campo realizado, as fontes que influenciam os níveis sonoros na área do Município são: rodoviárias e as atividades industriais.

Para simulação da propagação sonora, o software necessita que sejam introduzidos alguns dados complementares associados ao meio de propagação, ao algoritmo de cálculo e à forma de apresentação. No Quadro 2 apresentam-se as configurações e parâmetros de cálculo usados na modelação.

Quadro 2 – Configurações e parâmetros de cálculo

Parâmetros	Dados de cálculo
Software	CadnaA – Versão BPM XL (2023)
Comprimento Raio Sonoro	2 000 metros
Ordem de reflexão	2ª ordem
Erro máximo definido para o cálculo	0 dB
Métodos/normas de cálculo:	CNOSSOS-EU
Absorção do solo	$\alpha = 0,3$ (Solos compactados densos (estradas de gravilha) $\alpha = 0,0$ (Superfícies rígidas e densas ou muito densas (asfaltos e betões densos, água)
Altimetria	Curvas de Nível (equidistância 5 m)
Volumetria do Edificado	Fornecido pelo contratante e complementado com Trabalho de Campo
Altura de Avaliação	4 metros
Condições Meteorológicas	Em conformidade com o disposto na norma NP ISO 1996-2 referente à influência das condições meteorológicas.
Malha de Cálculo	10X10 (malha retangular)
Condições Meteorológicas	Em conformidade com o disposto na norma NP ISO 1996-2 referente à influência das condições meteorológicas.

3.3. PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS

A representação gráfica dos mapas de ruído obedecerá aos seguintes requisitos:

- a escala dos mapas de ruído deve ser à escala a acordar com o cliente.
- informação mínima a incluir:
 - denominação da área abrangida e toponímia de lugares principais;
 - identificação dos tipos de fontes sonoras consideradas;
 - métodos de cálculo adoptados;
 - escala numérica e gráfica;
 - ano a que se reportam os resultados;
 - indicador de Ruído, L_{den} ou L_n ;
 - legenda para a relação cores/padrões-classes de níveis sonoros (Quadro 3);

No Quadro 3 apresenta-se a relação de cores para as classes de níveis sonoros, de 5 em 5 dB(A), utilizada na apresentação dos Mapas de Ruído, em acordo com o preconizado nas diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente.

Quadro 3 - Relação de cores para as classes de níveis sonoros

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

* Opcional no mapa (pdf)

Fonte: Diretrizes APA 2023

4. DESCRIÇÃO

4.1. IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL EM ESTUDO

O município de Mogadouro encontra-se inserido no distrito de Bragança, na sub-região das Terras de Trás-os-Montes, contando com 21 freguesias, totalizando cerca de 761 km² e tendo aproximadamente 8 300 habitantes, de acordo com os Censos 2021. É limitado a noroeste pelo concelho de Macedo de Cavaleiros, a norte por Vimioso, a nordeste por Miranda do Douro, a sudeste pela região espanhola de Castela e Leão, a sul por Freixo de Espada à Cinta e Torre de Moncorvo e a Oeste por Alfândega da Fé. Faz parte da Associação de Municípios do Douro Superior.

As principais fontes de ruído identificadas no concelho correspondem ao tráfego rodoviário associado às principais vias de atravessamento e ligação territorial, designadamente o IC5, a EN221, a EN216 e a EN219, que asseguram a articulação de Mogadouro com a rede rodoviária regional e nacional. Constituem ainda fontes sonoras a considerar as atividades instaladas na Zona Industrial de Mogadouro, embora, no contexto do presente mapa de ruído, estas não apresentem emissões sonoras particularmente relevantes face às restantes fontes modeladas. Deve ainda ser considerada a componente associada à produção de energia eólica existente no concelho, nomeadamente o Parque Eólico da Castanheira e outros aproveitamentos eólicos com influência territorial na envolvente. Na figura 2 apresenta-se a localização do concelho de Mogadouro, correspondente à área de estudo.”

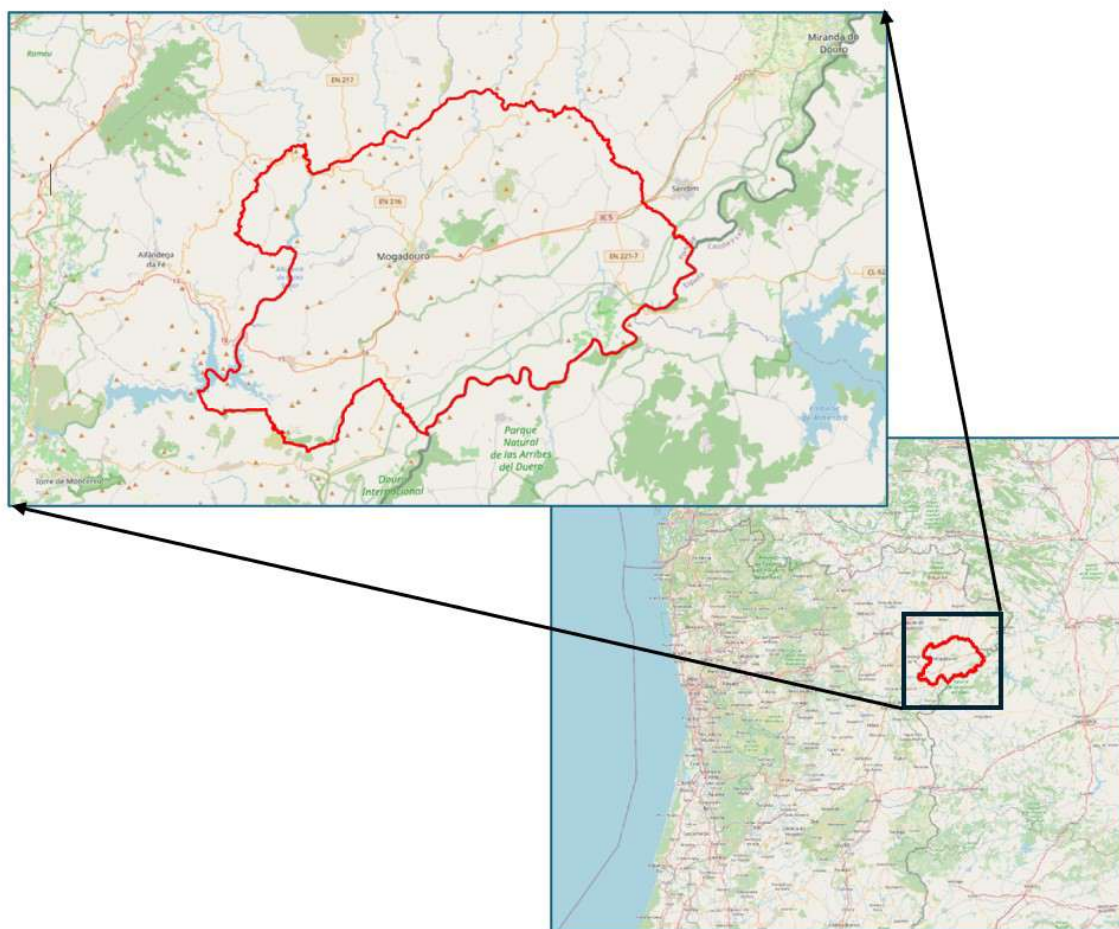


Figura 2 – Enquadramento do concelho de Mogadouro

4.2. MODELO DIGITAL DO TERRENO

Para que o modelo físico de propagação sonora possa fazer o seu papel com o maior rigor possível, é necessário modelar as variáveis intervenientes. Nos pontos seguintes é descrito com maior detalhe a informação introduzida no modelo, tanto na caracterização da área em estudo como nas fontes de ruído.

O cálculo de um mapa de ruído implica a construção de um modelo digital do terreno (MDT) sobre o qual assentarão todos os elementos necessários à simulação, nomeadamente os edifícios e as fontes sonoras identificadas.

Para a elaboração do MDT é necessária informação relativa à altimetria do terreno, tendo sido construído a partir das curvas de nível.

A área de estudo compreende a área do mapa de ruído mais a área envolvente a este e que pode influenciar o ambiente sonoro na área do mapa de ruído. As contribuições das fontes sonoras localizadas fora da área do mapa, caso influenciem os níveis sonoros existentes dentro dessa área, foram tidas em linha de conta. A informação do modelo contendo a topografia é apresentada na figura seguinte.

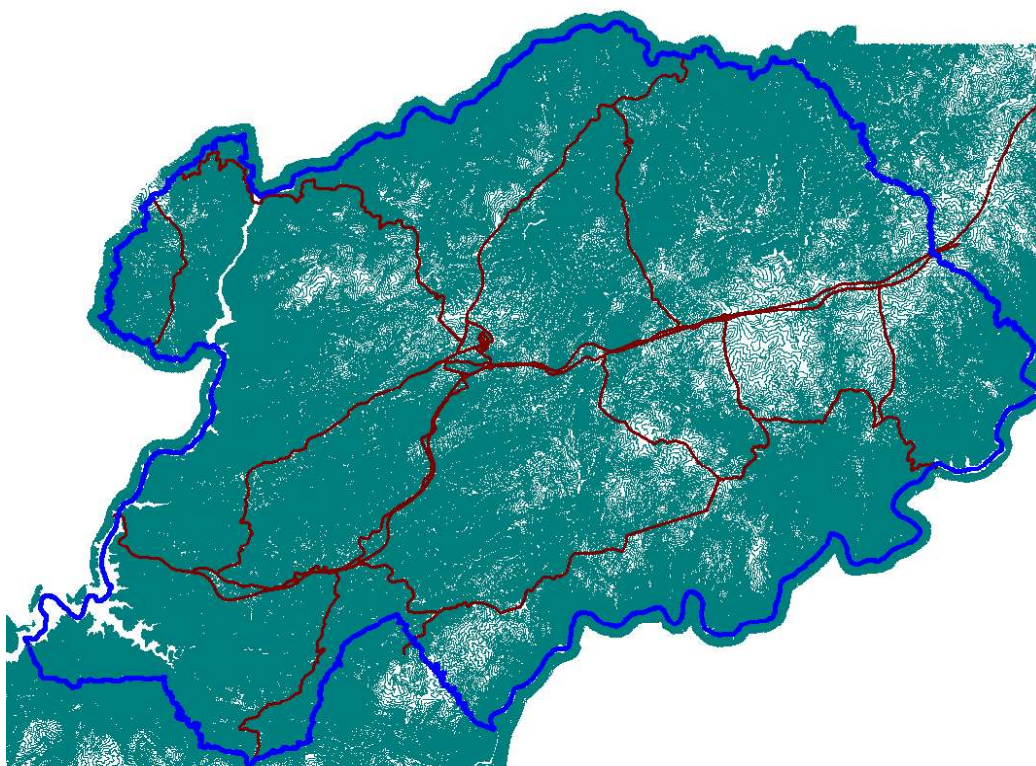


Figura 3 – Representação do modelo ao nível do concelho

4.3. CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA

Para a caracterização dos parâmetros meteorológicos e modelação da propagação acústica no concelho, foram utilizados os dados da Estação Meteorológica de Mogadouro (Estação IPMA N° 633 / Ref. 1210633), uma Estação Meteorológica Automática (EMA) integrada na rede nacional de observação em superfície do Instituto Português do Mar e da Atmosfera (IPMA, I.P.). Esta estação localiza-se nas coordenadas geográficas aproximadas 41° 20' N, 06° 44' W (Latitude: 41.33°, Longitude: -6.73°) e a uma altitude de 644 metros, garantindo a homogeneidade e a representatividade microclimática necessárias para a validação dos períodos de propagação favorável nos termos dos regulamentos de ruído em vigor.

4.4. EDIFÍCIOS

A informação relativa aos edifícios fornecida pelo cliente e obtida através de trabalho de campo aquando da realização das medições acústicas foi também tida em conta na simulação, em termos de localização e altura. Para o cálculo foi ainda considerado um valor médio de absorção sonora para as fachadas dos edifícios. Na Figura 4 apresenta-se como exemplo o aspeto do modelo tridimensional criado.



Figura 4 – Detalhes do modelo base para os mapas de ruído

4.5. FONTES DE RUÍDO

Na elaboração dos mapas de ruído da situação existente, foram consideradas as fontes sonoras que influem no ambiente sonoro da área do concelho, alvo de elaboração do mapa de ruído.

Este estudo contempla como fontes de ruído os principais eixos de tráfego rodoviário e as indústrias/zonas industriais existentes na área em estudo e na sua envolvente próxima, mas quais se incluem também os parques eólicos. As fontes de ruído foram modeladas de acordo com a sua geometria real, de forma a reproduzir no modelo a realidade acústica existente.

4.5.1. Fontes de ruído rodoviário

O presente estudo tem definido como fonte de ruído, as vias de tráfego rodoviário existentes no Plano Diretor Municipal de Mogadouro, que desempenham uma função estruturante e de distribuição de tráfego no mesmo. Estas foram modeladas de acordo com a realidade acústica existente.

A localização desta informação foi obtida através de elementos planimétricos fornecidos pelo cliente.

As cotas das estradas foram obtidas através da modelação do terreno gerado pelas curvas de nível e, pelas linhas de relevo e pelos pontos cotados, tendo sido necessários alguns ajustes de modo a obter uma melhor correspondência com a realidade.



Figura 5 – Vista 3D do das rodovias no modelo acústico

A determinação do tráfego médio horário a considerar em cada uma das vias, para os três períodos de referência em análise — diurno, entardecer e noturno — teve como informação base os dados de tráfego disponíveis para a rede rodoviária principal, designadamente associados às Infraestruturas de Portugal, S.A., bem como os resultados das contagens de tráfego realizadas em campo no âmbito do presente estudo.

No caso das principais vias rodoviárias com expressão no município de Mogadouro, foram consideradas, nomeadamente, o IC5, a EN/ER221, a ER216 e a ER219, ou designações equivalentes constantes da cartografia de base utilizada. Sem prejuízo desta identificação, foram ainda consideradas outras vias locais ou municipais relevantes para a caracterização acústica do território. Para as vias sob jurisdição municipal, foram realizadas contagens locais e efetuada a estimativa do tráfego médio diário anual, tendo por referência a metodologia constante do documento *Trip Generation Manual*, editado pelo Institute of Transportation Engineers (ITE), sempre que aplicável.

Atendendo a que os dados de tráfego disponíveis distinguem, em regra, apenas veículos ligeiros e veículos pesados, e considerando que, nos termos do Decreto-Lei n.º 146-A/2019, os métodos europeus comuns de avaliação de ruído ambiente — CNOSSOS — constituem os métodos estabelecidos para a previsão de ruído em Portugal, procedeu-se à conversão das categorias de tráfego para as classes previstas naquele método. Assim, tendo também em conta a categorização do tráfego observada durante as medições e contagens efetuadas em campo, considerou-se a distribuição dos veículos pesados em 50% na categoria C2 e 50% na categoria C3 do método CNOSSOS.

No Quadro 4 apresenta-se o tráfego considerado nas rodovias modeladas.

realizado por:

Quadro 4 – Tráfego Médio Horário de Cálculo por Período de Referência

ID	Nome	Tipo de Pavimento	Período diurno (7h-20h)				Período entardecer (20h-23h)				Período noturno (23h-7h)				Velocidade média (km/h)
			C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	C1	C2	C3	C4	
1	Zl Mogadouro	CNS-01	65	2	2	3	24	0	0	1	13	0	0	0	70
2	Av. Salamanca	CNS-01	138	4	4	5	62	1	1	2	21	0	0	0	50
3	Av. Espanha	CNS-01	106	3	3	4	47	1	1	1	22	0	0	0	50
4	Av. Sabor poente	CNS-01	162	5	5	6	67	1	1	2	28	0	0	0	50
5	EM592	CNS-01	14	0	0	1	7	0	0	0	3	0	0	0	60
6	EM593	CNS-01	26	1	1	1	11	0	0	0	4	0	0	0	60
7	EM595	CNS-01	36	1	1	1	16	0	0	0	6	0	0	0	60
8	EM600	CNS-01	23	1	1	1	11	0	0	0	5	0	0	0	60
9	EM617	CNS-01	22	1	1	1	9	0	0	0	4	0	0	0	50
10	EN216	CNS-01	106	3	3	4	42	1	1	1	19	0	0	0	70
11	EN219	CNS-01	82	2	2	3	35	1	1	1	14	0	0	0	70
12	EN221	CNS-01	105	3	3	4	44	1	1	1	18	0	0	0	70
13	EN315	CNS-01	30	1	1	1	12	0	0	0	5	0	0	0	70
14	IC5_Este	CNS-01	146	4	4	6	59	1	1	2	23	0	0	0	90
15	IC5_Oeste	CNS-01	171	5	5	7	74	1	1	2	29	0	0	0	90
16	R. Frades	CNS-01	42	1	1	2	19	0	0	0	8	0	0	0	50

CNS-01: Camada de desgaste em betão betuminoso de mistura tradicional – CNS-01 na nomenclatura CNOSSOS-EU

4.5.2. Fontes Industriais

No município foram identificadas potenciais fontes de ruído associadas a indústrias e outras atividades com relevância nos níveis sonoros médios de longa duração, reportados a um período de referência de um ano. Foram consideradas as atividades económicas e industriais representadas na figura em baixo, maioritariamente instaladas nas zonas de atividades económicas do concelho, em particular a Zona Industrial de Mogadouro e o Parque Empresarial de Mogadouro (PEPA).

Importa ainda destacar alguns conjuntos industriais de média dimensão ligados, entre outros, aos setores madeireiro, metalomecânico, ambiental e logístico, instalados nessas zonas de atividades económicas, pela sua maior capacidade emissora de ruído contínuo ao longo do tempo.

Adicionalmente, foram considerados os parques eólicos existentes no concelho, integrados no complexo eólico do Pinhal Interior e implantados em zonas de maior cota nas serras do município (nomeadamente nas áreas do Cabeço da Rainha e do Vergão).

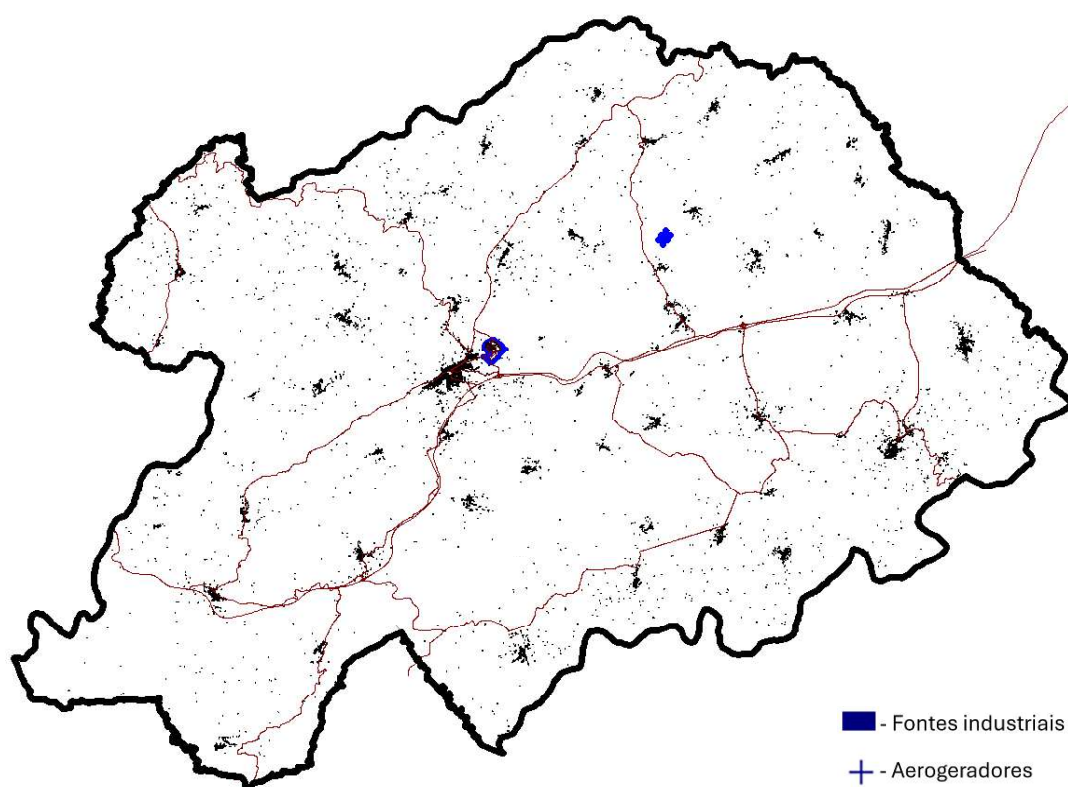


Figura 6 – Fontes industriais

De um modo geral, as emissões sonoras das indústrias não apresentam um impacto muito significativo nos recetores sensíveis mais próximos; devido às emissões não serem muito significativas e à baixa presença de recetores sensíveis nas proximidades das indústrias.

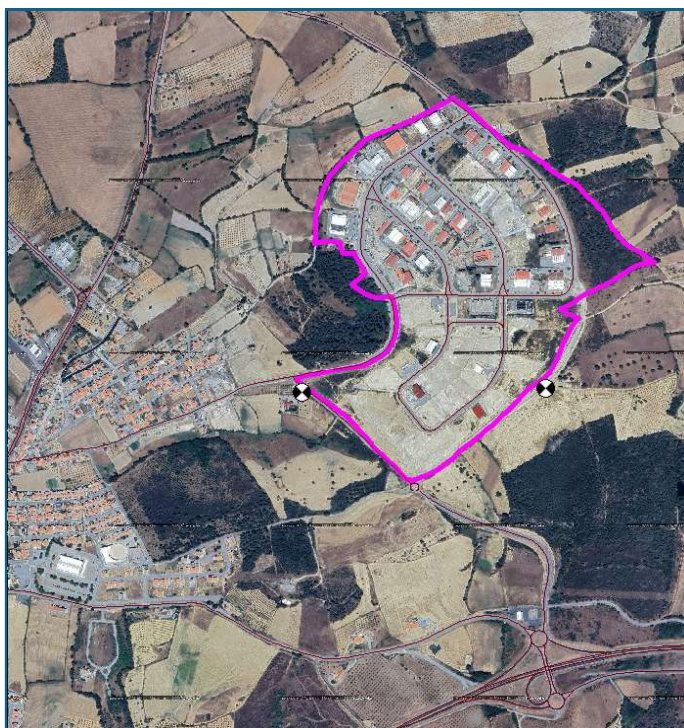
Para cada unidade industrial, houve uma caracterização das fontes emissoras de ruído (linear, pontual ou em área) e a cota à qual a fonte se posiciona, períodos de laboração, tipos de rotatividade do funcionamento de equipamentos, entre outros. Este levantamento teve por objetivo permitir uma correta calibração das emissões sonoras para a envolvente das indústrias.

As áreas industriais existentes foram caracterizadas acusticamente e tiveram em conta os métodos referidos no “*Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*”, publicado por um grupo de trabalho da Comissão Europeia em agosto de 2007.

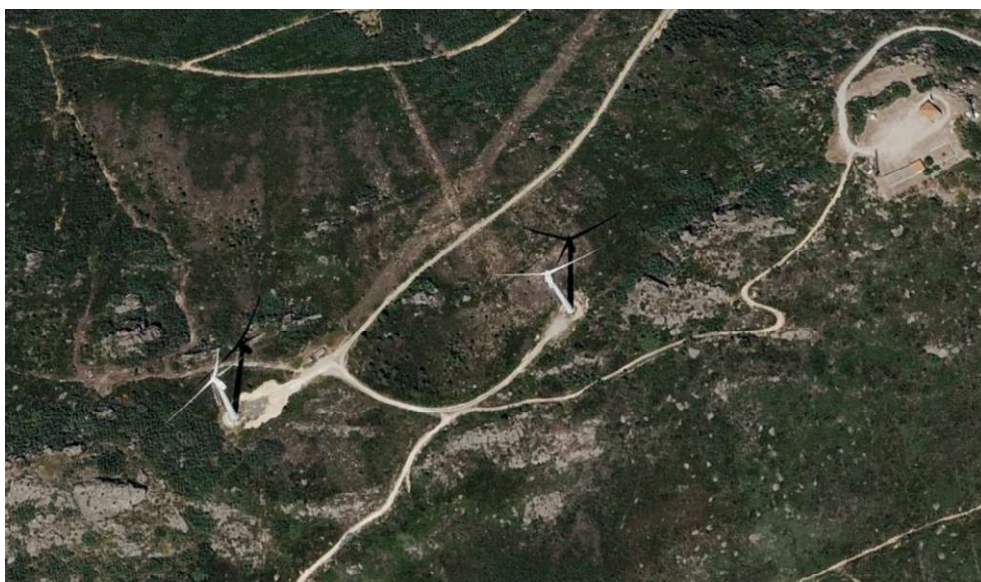
No Quadro 5 são apresentadas as características de emissão sonora e horários de funcionamento considerados para as indústrias modeladas.

Fonte industrial	Potência sonora (¹) dB(A) / m ² (²) dB(A) / fonte	Potência sonora global dB(A)	Tipo de fonte	Tempo de Laboração (minutos)		
				Diurno	Entardecer	Noturno
Zona industrial de Mogadouro (¹)	50	106,7	Área	540	30	30
Parque Eólico da Castanheira (²)	110	113	Pontual	780	180	480

Quadro 5 – Fontes industriais consideradas na modelação



Quadro 6 – Zona industrial de Mogadouro



Quadro 7 – Parque eólico da Castanheira

Com relação aos aerogeradores existentes foi modelado o parque eólico Parque Eólico da Castanheira:

- 2 aerogeradores Repower MM82, altura da torre 80 m, nível de potência sonora máximo 105,5 dB(A);

As fontes de informação utilizadas foram:

APA - Estudos de Impacte Ambiental (<https://siaia.apambiente.pt/>)

<https://portalgeo.dgeg.gov.pt/arcgis/apps/webappviewer/index.html?id=de764a4a5ccd446292cb26a7e5c2e725>

<https://e2p.inegi.up.pt/>

<https://openinframap.org/stats/area/Portugal/plants>

4.6. VALIDAÇÃO DO RESULTADO DO MAPA DE RUÍDO

Com o objetivo de verificar a adequabilidade do modelo de simulação acústica com a realidade modelada, efetuou-se a validação dos resultados obtidos, comparando os valores apresentados no mapa com valores de medições efetuadas em locais selecionados.

Para tal, foram calculados os níveis sonoros em recetores (pontos de medição) a 4 metros de altura, e comparados com os resultados obtidos com os valores de medições experimentais localizados em pontos selecionados na área do mapa de ruído, junto de fontes modeladas.

Assim, foram escolhidos dias típicos, em que as condições das fontes modeladas se aproximam das condições médias anuais e que foram introduzidas no modelo, tendo sido realizadas medições experimentais a 4 metros de altura.

As medições experimentais foram realizadas por Laboratório de Acústica com acreditação IPAC-L0535, pelo Instituto Português de Acreditação.

No âmbito do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, e foi seguida a metodologia descrita nas Normas NP ISO 1996, Partes 1 e 2 (2021), e no *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996 (2020)*, da Agência Portuguesa do Ambiente.

Para caracterizar o ambiente sonoro da área do Plano foram realizadas medições experimentais em 2 pontos, para os 3 períodos de referência. A altura dos pontos de medição deve situar-se a $4,0 \pm 0,2$ m acima do solo, de forma compatível com o cálculo dos mapas de ruído, a 4 m acima do solo. Na

Figura 7 apresenta-se um apontamento fotográfico dos pontos de validação, respetivamente Ponto 1 e Ponto 2.



Figura 7 – Apontamento fotográfico dos pontos de validação (Ponto 1, Ponto 2)

As medições foram realizadas em condições de emissão sonora considerada normal e representativa da média anual, e não foi registada nenhuma anomalia ou condicionante das fontes. Os resultados médios obtidos nas medições experimentais e no modelo de simulação acústica, para os pontos de validação, apresentam-se no Quadro 8.

Quadro 8 – Validação do modelo: comparação entre os níveis sonoros medidos e previstos

Ponto de medição	Coordenadas (ERTS89)	Previsões (a)				Medições (b)				Desvios (a-b)			
		L_d	L_e	L_n	L_{den}	L_d	L_e	L_n	L_{den}	L_d	L_e	L_n	L_{den}
Ponto 1	41°21'41.97"N ; 6°41'53.58"W	55	51	46	56	54	50	46	55	1	1	0	1
Ponto 2	41°15'52.37"N ; 6°46'22.35"W	57	53	49	58	56	51	48	57	1	2	1	1

Os resultados médios obtidos para cada ponto apresentaram um desvio máximo de 2 dB(A), o que significa uma adequada adequação do modelo à realidade. Face aos resultados obtidos [desvios para os vários indicadores L_d , L_e , L_n e $L_{den} \leq \pm 2\text{dB(A)}$ associados às fontes sonoras modeladas], em conformidade com as Diretrizes da Agência Portuguesa do Ambiente, considera-se validado o modelo acústico 3D usado para elaboração dos mapas de ruído.

5. RESULTADOS E CONCLUSÕES

Foi desenvolvido um modelo computacional, utilizando o programa CadnaA, para calcular os mapas de ruído do concelho de Mogadouro. O modelo integra o modelo digital do terreno, a implantação geográfica dos edifícios e das fontes sonoras consideradas relevantes à escala municipal, designadamente o tráfego rodoviário, a Zona Industrial de Mogadouro e o Parque Eólico da Castanheira, bem como as respetivas características de emissão acústica e os algoritmos de cálculo de propagação sonora em conformidade com o método de cálculo CNOSSOS-EU.

Os mapas de ruído foram elaborados nos termos do estabelecido no Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, no Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, e de acordo com as “Diretrizes para elaboração de mapas de ruído — métodos CNOSSOS-EU” da Agência Portuguesa do Ambiente.

Os cálculos realizados com o modelo permitiram obter a distribuição espacial dos níveis sonoros para os indicadores L_{den} e L_n , representativos da situação acústica média existente no concelho de Mogadouro. Com base no modelo de simulação acústica tridimensional desenvolvido e nos parâmetros de cálculo e de apresentação anteriormente explicitados, foram calculados mapas de ruído, a 4 metros acima do solo, para os indicadores legais L_{den} , associado ao incómodo global no período de 24 horas, e L_n , correspondente ao nível sonoro no período noturno, entre as 23h00 e as 7h00.

Os Mapas de Ruído do Município de Mogadouro para a situação existente podem ser visualizados, para a totalidade da área do concelho, nos anexos correspondentes aos indicadores L_{den} e L_n .

A análise dos mapas de ruído produzidos mostra que o Município de Mogadouro apresenta, em geral, um ambiente sonoro calmo, com níveis sonoros pouco elevados em grande parte do território, compatíveis com o carácter predominantemente rural, natural e de baixa densidade urbana do concelho.

De acordo com os mapas de ruído, os níveis sonoros estimados são, de forma geral, compatíveis com os valores limite de exposição aplicáveis a zona mista [$L_{den} \leq 65$ dB(A) e $L_n \leq 55$ dB(A)], conforme estabelecido na alínea a) do n.º 1 do artigo 11.º do Regulamento Geral do Ruído. Mesmo considerando os cenários mais restritivos associados à ausência de classificação acústica [$L_{den} \leq 63$ dB(A) e $L_n \leq 53$ dB(A)] ou à classificação como zona sensível [$L_{den} \leq 55$ dB(A) e $L_n \leq 45$ dB(A)], verifica-se que, para uma parte significativa do território e dos recetores sensíveis, os níveis sonoros se mantêm compatíveis com os valores de referência aplicáveis.

As principais situações de níveis sonoros mais elevados ocorrem na envolvente imediata das principais vias rodoviárias que atravessam ou servem o concelho, designadamente o IC5, a EN/ER221, a ER216 e a ER219, ou designações equivalentes constantes da cartografia de base utilizada. Assim, à escala municipal, o tráfego rodoviário constitui a principal fonte de ruído ambiente no concelho de Mogadouro.

Relativamente às fontes industriais, foi considerada no modelo a Zona Industrial de Mogadouro, por corresponder à principal área com concentração de atividades económicas com potencial emissão sonora relevante à escala do mapa de ruído. Os resultados obtidos não evidenciam, contudo, situações críticas generalizadas associadas a esta fonte, prevendo-se a compatibilidade com os valores limite de exposição aplicáveis para a larga maioria dos recetores sensíveis analisados.

As restantes fontes industriais ou atividades económicas existentes no concelho não se revelam, no geral, determinantes para a caracterização acústica municipal, atendendo à escala temporal dos mapas de ruído, que representam níveis sonoros médios anuais. Tal não exclui que determinadas atividades possam, em situações pontuais, originar incómodo local ou justificar avaliação específica no âmbito do critério de incomodidade previsto no Regulamento Geral do Ruído; contudo, essa análise tem natureza distinta da avaliação representada nos mapas de ruído municipais.

Foi igualmente considerado no modelo o Parque Eólico da Castanheira, localizado no concelho de Mogadouro. Apesar das emissões sonoras associadas ao funcionamento dos aerogeradores, os resultados da simulação indicam que esta infraestrutura não origina impactes sonoros significativos junto dos recetores sensíveis mais próximos, atendendo às distâncias de implantação, à morfologia do terreno e aos níveis sonoros estimados. Não se identificam, por isso, situações de incumprimento dos valores limite de exposição legalmente definidos que sejam atribuíveis especificamente a esta infraestrutura eólica.

Em síntese, os mapas de ruído do Município de Mogadouro evidenciam um ambiente sonoro globalmente pouco perturbado, sendo o tráfego rodoviário a principal fonte de ruído à escala municipal. As fontes industriais consideradas, bem como o Parque Eólico da Castanheira, não assumem expressão dominante na exposição sonora média anual da população, sem prejuízo da necessidade de avaliação específica caso venham a verificar-se situações localizadas de incómodo acústico.

6. BIBLIOGRAFIA

- Agência Portuguesa do Ambiente – *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Método CNOSSOS-EU - versão 2.* 2023.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído.* 2023.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996.* 2020.
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído.* 2008
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Mapas Municipais de Ruído, Modelo e formato de dados – Versão 1.* 2023
- Agência Portuguesa do Ambiente – *Nota Técnica - Ruído e Planos Diretores Municipais.* 2010.
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2020. *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996.* Agência Portuguesa do Ambiente.
- Agência Portuguesa do Ambiente, 2023. *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Método CNOSSOS-EU (versão 2).*
- CETUR, *Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévission des niveaux sonores*, 1980.
- David A.Bies; Colin H. Hansen. *Engineering Noise Control.*
- Diário da República Portuguesa – Declaração de Rectificação n.º 18/2007, de 16 de março.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de agosto.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 84-A/2022, de 9 de Novembro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.
- Diário da República Portuguesa – Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de junho.
- Diário da República Portuguesa – Portaria n.º 395/2015, de 4 de novembro.
- Diário da República Portuguesa – Portaria n.º 399/2015, de 5 de novembro.
- Diário da República Portuguesa – Portaria n.º 42/2023, de 9 de fevereiro.
- Diário da República Portuguesa – Portaria n.º 71-A/2024, de 27 de fevereiro
- European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), 2007. *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure.*

- Improved Methods for the Assessment of the Generic Impact of Noise in the Environment (IMAGINE), 2006. *Determination of Lden and Lnight using measurements.*
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Diretiva Delegada (UE) 2021/1226 da Comissão de 21 de Novembro de 2020.
- Jornal Oficial das Comunidades Europeias, Regulamento Delegado (UE) 2024/1208 da Comissão, de 16 de novembro de 2023
- Leslie L.Doelle, McGraw-Hill. *Environmental Acoustics.*
- NP ISO 1996-1 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação.
- NP ISO 1996-2 (2021) – Acústica, Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente, Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora.

ANEXOS

ANEXO I – MAPA DE RUÍDO ATUAL

Anexo I.1 – Mapa de Ruído Atual – Indicador L_{den}

Anexo I.2 – Mapa de Ruído Atual – Indicador L_n