

## PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RÚIDO DO MUNICÍPIO DE MAFRA

**RELATÓRIO**  
JANEIRO, 2024



CÂMARA MUNICIPAL DE MAFRA – Versão de 18 de janeiro de 2024

SONOMETRIA, MEDIÇÕES DE SOM, PROJECTO ACÚSTICO, CONSULTORIA, HIGIENE E SEGURANÇA, LDA.

Rua da Mina, N° 21, Barrunchal  
2710-157 SINTRA  
PORTUGAL

sonometria@sonometria.pt  
[www.sonometria.pt](http://www.sonometria.pt)  
T: 21 426 48 06



## ÍNDICE

|  |           |
|--|-----------|
| <b>1. ORIENTAÇÕES DE SEGUIMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RUÍDO .....</b> | <b>1</b>  |
| <b>2. INTRODUÇÃO.....</b>  | <b>3</b>  |
| <b>3. DEFINIÇÕES.....</b>  | <b>4</b>  |
| <b>4. ENQUADRAMENTO LEGAL DOS PLANOS MUNICIPAIS DE REDUÇÃO DE RUÍDO.....</b>     | <b>7</b>  |
| 4.1 ASPETOS PARTICULARES DO ATUAL QUADRO LEGISLATIVO .....                       | 9         |
| 4.2 RELAÇÃO ENTRE RUÍDO E SAÚDE .....  | 12        |
| <b>5. PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RUÍDO DO MUNICÍPIO DE MAFRA.....</b>         | <b>14</b> |
| 5.1 GENERALIDADES .....  | 14        |
| 5.1.1 RESPONSABILIDADES DO MUNICÍPIO.....  | 14        |
| 5.2 DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO DE MAFRA.....   | 15        |
| 5.3 MAPAS DE RUÍDO.....  | 16        |
| 5.3.1 METODOLOGIA DOS MAPAS DE RUÍDO .....                                       | 17        |
| 5.3.2 DADOS DE ENTRADA NOS MAPAS DE RUÍDO.....                                   | 18        |
| 5.3.3 ANÁLISE DOS MAPAS DE RUÍDO.....  | 21        |
| 5.3.4 LIMITAÇÕES DOS MAPAS DE RUÍDO .....  | 22        |
| 5.4 MAPA DE ZONAMENTO ACÚSTICO .....   | 24        |
| 5.5 MAPAS DE CONFLITO .....  | 25        |
| 5.6 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO .....  | 27        |
| 5.6.1 ABORDAGEM SISTÊMICA PARA REDUÇÃO DE RUÍDO.....                             | 30        |
| 5.6.2 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO A ADOTAR .....                                 | 33        |
| <b>6. FASES POSTERIORES.....</b>   | <b>35</b> |
| 6.1 PLANOS DE AÇÃO E MONITORIZAÇÃO .....   | 35        |
| 6.2 OUTROS PROJETOS DO MUNICÍPIO DE MAFRA .....                                  | 36        |



## ÍNDICE DE QUADROS

|   |    |
|---|----|
| Quadro 1: Valores limite de exposição .....   | 7  |
| Quadro 2: Valores limite de exposição .....   | 10 |
| Quadro 3: Relação entre níveis sonoros em diferentes locais e efeitos sobre a saúde ..... | 12 |
| Quadro 4: Efeitos do ruído.....   | 13 |
| Quadro 5: Limites do mapa de ruído do PDM de Mafra .....                                  | 23 |
| Quadro 6: Entidades responsáveis pelas rodovias.....                                      | 27 |
| Quadro 7: Recetores sensíveis com níveis sonoros acima do VLE .....                       | 29 |
| Quadro 8: Desempenho acústico de pavimentos (adaptado de FERHL, 2006) .....               | 32 |
| Quadro 9: Medidas de redução de ruído propostas no PMRR do Município de Mafra .....       | 34 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|  |    |
|--|----|
| Figura 1: Descrição GIT Aérea .....                              | 10 |
| Figura 2: Mapa de zonamento acústico do Município de Mafra ..... | 24 |
| Figura 3: Escala de cores dos mapas de conflito .....            | 25 |



## 1. ORIENTAÇÕES DE SEGUIMENTO DO PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Segundo o disposto no Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro e na Portaria n.º 138/2005, de 2 de fevereiro, é obrigatório a inclusão nos Planos Diretores Municipais (PDM) de mapas de ruído e cartas de classificação de zonas sensíveis e mistas.

Estas disposições enquadram-se no objetivo global de reduzir a exposição da população ao ruído, assentando numa estratégia de prevenção através de procedimentos de articulação do RGR com o processo de planeamento territorial ao nível do PDM, e na promoção da redução do ruído nas zonas identificadas em desconformidade com o RGR.

Com a entrada em vigor do RGR, foram reforçadas as responsabilidades dos municípios na promoção da melhoria do ambiente sonoro, nomeadamente na elaboração de planos de redução de ruído. Neste sentido, surgiu a necessidade de elaborar um Plano Municipal de Redução de Ruído (PMRR) para o Município de Mafra. Por outro lado, apenas após a conclusão do processo de atualização do Mapa de Ruído do município, atualização dos mapas de ruído em novembro de 2014, é que foi possível identificar as situações de desconformidade com os valores limite fixados na carta de classificação de zonas sensíveis e mistas que consta na revisão do PDM como um desdobramento da carta de ordenamento, e assim, avançar com medidas de prevenção e minimização da poluição sonora, apresentadas no presente documento. O PMRR constituirá uma importante ferramenta de promoção da melhoria do ambiente sonoro a nível concelhio.

O RGR estabelece nos artigos 8 e 9 as condições necessárias à elaboração e execução dos PMRR, bem como o seu conteúdo mínimo e os prazos esperados para a sua implementação. As orientações na procura de possíveis soluções a definir no Plano de Redução de Ruído, desenvolvido pelo Município de Mafra, têm como base as ações de minimização e prevenção dos valores de emissão de ruído das fontes sonoras relevantes, e como objectivo reduzir os níveis sonoros junto a ocupações do solo de carácter sensível ao ruído, nomeadamente, ao nível da população afetada, tendo sempre presente que não bastará considerar apenas os recetores sensíveis (pessoas) no interior das edificações, mas também aqueles que se movimentam e permanecem nos espaços públicos. Estipula-se também o possível faseamento de medidas, numa primeira fase, considerando-se como zonas prioritárias as zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no RGR tendo em conta a classificação de zonas adotada pela Câmara Municipal.



Considerando que as fontes sonoras mais relevantes existentes no Município de Mafra estão ligadas ao tráfego rodoviário, afigura-se fundamental articular as medidas propostas no PMRR com um plano de mobilidade ou estudos equivalentes.

As medidas genéricas eficazes são de natureza diversa, devendo ser estudadas caso a caso, sugerindo-se estudos mais pormenorizados nas zonas identificadas em incumprimento ou zonas que venham a estar em incumprimento devido à introdução de novas fontes de ruído.

As fontes de ruído que não sejam da responsabilidade do município e as quais gerem situações de não cumprimento do valor-limite de exposição nos recetores sensíveis na sua envolvente, deverão também ser alvo de medidas de redução de ruído. Para estas o presente PMRR identifica as mesmas, embora a apresentação de medidas para redução de ruído e sua implementação sejam da responsabilidade das entidades responsáveis pelas referidas fontes.

Tal como definido no RGR e, de forma a atribuir responsabilidade pelas medidas de redução de ruído, foram identificadas as entidades com jurisdição em cada fonte de ruído presente na área afeta ao município, nomeadamente, para as fontes de ruído de tráfego rodoviário e ferroviário com jurisdição da Câmara Municipal, das Infraestruturas de Portugal e da Autoestradas do Atlântico.

Os mapas anteriormente descritos tiveram por base os dados de entrada referentes à caracterização das fontes de ruído os constantes na adaptação dos mapas de ruído do município que seguiram a aplicação dos procedimentos elaborados pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA), no documento *“Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído Versão 2”* datado de junho de 2008 que definiu um processo expedito para permitir obter mapas de acordo com os indicadores atualmente em vigor a partir da informação que esteve na base da elaboração dos mapas reportados aos anteriores indicadores.

A partir destes mapas de ruído foram gerados mapas de conflito que resultam da sobreposição dos níveis sonoros calculados nos mapas de ruído com a carta de classificação de zonas que regulamenta os níveis sonoros previstos no RGR, conseguindo-se desta forma identificar o excesso de ruído gerado para cada entidade responsável pelas fontes de ruído no município.



## 2. INTRODUÇÃO

A poluição sonora, ou ruído, é um fator que pode degradar de forma decisiva a qualidade de vida das pessoas que estão sujeitas a este tipo de poluição. O ruído provoca uma série de efeitos nefastos no ser humano, tais como, perturbações do sono, alterações na pressão sanguínea e na digestão. Mesmo que o ruído ambiente raramente afete irreversivelmente o sistema auditivo, o seu efeito mais imediato é o da incomodidade provocada por um ruído quando este não é desejado, podendo gerar irritabilidade, perda de capacidade de concentração e, no caso mais grave, dificuldades na audição, permanentes ou temporárias.

As diversas características do ruído também influem diferentemente no ser humano. Os ruídos intermitentes, exemplo da passagem de comboios ou aviões, são mais incomodativos que o ruído contínuo típico do tráfego rodoviário de vias com maior tráfego. Componentes marcadamente tonais ou impulsivas no ruído aumentam igualmente o grau de incomodidade.

Dados da Organização Mundial da Saúde (OMS) referem que o limiar da incomodidade para ruído contínuo situa-se em cerca de 50 dB(A), e poucas pessoas são realmente incomodadas para valores até 55 dB(A). Para o indicador noturno, a OMS refere que os níveis sonoros devem situar-se 5 a 10 dB(A) abaixo dos valores diurnos para garantir um ambiente sonoro equilibrado. A atual legislação portuguesa vai ao encontro destas indicações nos limites que estabelece no critério de exposição máximo; a este respeito ver capítulo de enquadramento legal.

Sendo os meios de transporte e as fontes de ruído de origem industrial as principais fontes geradoras de ruído ambiente, a minimização do impacte destes tipos de ruído tem, portanto, uma importância decisiva para a qualidade de vida de pessoas que vivem na área de influência das emissões sonoras destes equipamentos.

Todos estes aspetos deverão ser acautelados e prevenidos, até pelos decorrentes custos económicos que a sua correção pode implicar. A redução e o controlo do ruído ambiente têm como objetivos primordiais proteger a população dos ruídos intrusos que causam perturbação nas suas atividades diárias e prevenir o crescente aumento do ruído ambiente. De acordo com o descrito no Regulamento Geral de Ruído, é de destacar as seguintes responsabilidades para o município, na elaboração dos PMRR:

- Definir estratégia de redução de poluição sonora;
- Definir modelo de integração da política de controlo de ruído nas políticas de desenvolvimento económico e social;
- Tomar todas as medidas adequadas para o controlo e minimização dos incómodos causados pelo ruído.

Nos pontos seguintes apresentam-se algumas definições importantes relativas aos Planos Municipais de Redução de ruído.



### 3. DEFINIÇÕES

De modo a facilitar a leitura do presente documento, importa atender às seguintes definições, a partir do RGR:

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

«**Actividade ruidosa temporária**» a actividade que, não constituindo um acto isolado, tenha carácter não permanente e que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído tais como obras de construção civil, competições desportivas, espectáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados;

«**Avaliação acústica**» a verificação da conformidade de situações específicas de ruído com os limites fixados;

«**Fonte de ruído**» a acção, actividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infra-estrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;

«**Grande infra-estrutura de transporte aéreo**» o aeroporto civil identificado como tal pelo Instituto Nacional de Aviação Civil cujo tráfego seja superior a 50 000 movimentos por ano de aviões civis subsónicos de propulsão por reacção, tendo em conta a média dos três últimos anos que tenham precedido a aplicação das disposições deste diploma ao aeroporto em questão, considerando-se um movimento uma aterragem ou uma descolagem;

«**Grande infra-estrutura de transporte ferroviário**» o troço ou conjunto de troços de uma via-férrea regional, nacional ou internacional identificada como tal pelo Instituto Nacional do Transporte Ferroviário, onde se verifique mais de 30 000 passagens de comboios por ano;

«**Grande infra-estrutura de transporte 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;

«**Infra-estrutura de transporte**» a instalação e meios destinados ao funcionamento de transporte aéreo, ferroviário ou rodoviário;

«**Indicador de ruído**» o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;

«**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**» o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano;

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

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



«**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 actualizada 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 actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

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

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

Período diurno – das 7 às 20 horas;

Período de entardecer – das 20 às 23 horas;

Período nocturno – das 23 às 7 horas;

«**Receptor 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 actividades que lhe são inerentes, produzido directamente 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 susceptível de afectar 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 afectada 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 nocturno;

«**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), que, caso seja excedido, deverá ser objecto 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);  $T$ - Período de tempo considerado.

#### 4. ENQUADRAMENTO LEGAL DOS PLANOS MUNICIPAIS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Além dos conceitos de “**zona sensível**” e “**zona mista**” importa também ter em conta a classificação de “**zona urbana consolidada**”. A classificação é da competência da Câmara Municipal, devendo estas zonas estarem delimitadas e disciplinadas no seu respetivo Plano de Ordenamento do Território.

De acordo com as disposições do Decreto-Lei, os níveis sonoros limite nestas zonas são caracterizados pelo valor do parâmetro  $L_{Aeq}$  do ruído ambiente exterior, para três períodos de referência, diurno, entardecer e noturno. Os valores limite em função do zonamento são apresentados no Quadro 1 para os indicadores  $L_{den}$  (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno) e  $L_n$  (indicador ruído noturno), em conformidade com o disposto no Regulamento Geral de Ruído (Decreto-lei 9/2007).

**Quadro 1: Valores limite de exposição**

| Zona                         | $L_{den}$<br>(24 horas) | $L_n$<br>(23h00 às 07h00) |
|------------------------------|-------------------------|---------------------------|
| Sensível                     | $\leq 55$ dB(A)         | $\leq 45$ dB(A)           |
| Mista                        | $\leq 65$ dB(A)         | $\leq 55$ dB(A)           |
| Na ausência de Classificação | $\leq 63$ dB(A)         | $\leq 53$ dB(A)           |

Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas. Compete aos municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.

A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas é realizada no âmbito da elaboração de novos planos e implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor.

Os municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, a ocupação dos solos com usos susceptíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programadas.

O RGR define os PMRR do seguinte modo:



#### **Artigo 8.º (Planos municipais de redução de ruído)**

- 1- *As zonas sensíveis ou mistas com ocupação expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores limite fixados no artigo 11.º devem ser objecto de planos municipais de redução de ruído, cuja elaboração é da responsabilidade das câmaras municipais;*
- 2- *Os planos municipais de redução de ruído devem ser executados num prazo máximo de dois anos contados a partir da data de entrada em vigor do presente Regulamento, podendo contemplar o faseamento de medidas, considerando prioritárias as referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11.º;*
- 3- *Os planos municipais de redução do ruído vinculam as entidades públicas e os particulares, sendo aprovados pela assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal;*
- 4- *A gestão dos problemas e efeitos do ruído, incluindo a redução de ruído, em municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km<sup>2</sup> é assegurada através de planos de acção, nos termos do Decreto-Lei n.º146/2006, de 31 de Julho;*
- 5- *Na elaboração dos planos municipais de redução de ruído, são consultadas as entidades públicas e privadas que possam vir a ser indicadas como responsáveis pela execução dos planos municipais de redução de ruído.*

#### **Artigo 9.º (Conteúdo dos planos municipais de redução de ruído)**

*Dos planos municipais de redução de ruído constam, necessariamente, os seguintes elementos:*

- a) *Identificação das áreas onde é necessário reduzir o ruído ambiente exterior;*
- b) *Quantificação, para as zonas referidas no n.º 1 do artigo anterior, da redução global de ruído ambiente exterior relativa aos indicadores Lden e Ln;*
- c) *Quantificação, para cada fonte de ruído, da redução necessária relativa aos indicadores Lden e Ln e identificação das entidades responsáveis pela execução de medidas de redução de ruído;*
- d) *Indicação das medidas de redução de ruído e respectiva eficácia quando a entidade responsável pela sua execução é o município.*

#### **Artigo 10.º (Relatório sobre o ambiente acústico)**

*As câmaras municipais apresentam à assembleia municipal, de dois em dois anos, um relatório sobre o estado do ambiente acústico municipal, excepto quando esta matéria integre o relatório sobre o estado do ambiente municipal.*



No artigo 5.º - Informação e apoio técnico do RGR - é ainda definido que incumbe à Agência Portuguesa de Ambiente prestar apoio técnico às entidades competentes para elaborar mapas de ruído e planos de redução de ruído, incluindo a definição de diretrizes para a sua elaboração.

Com este objectivo, a Agência Portuguesa de Ambiente elaborou o documento “*Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído*”, de abril de 2008. No portal <https://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/notas-tecnicas-e-guias> pode-se consultar as restantes notas técnicas e guias atualmente em vigor, entre as quais as relativas a mapas de ruído e medições de ruído ambiente.

#### **4.1 ASPETOS PARTICULARES DO ATUAL QUADRO LEGISLATIVO**

Do atual contexto legislativo resulta a necessidade da elaboração de planos municipais de redução de ruído sempre que, nas zonas sensíveis ou mistas, seja verificada violação do critério de exposição máxima.

Regra geral, os Planos de Pormenor (PP) não têm necessidade de mapas de ruído, exceto:

- Se o PP planeia introduzir nova fonte de ruído significativa;
- Se o PP incluir uma solução urbanística, por exemplo, de interposição de edifícios de escritórios entre a(s) fonte(s) de ruído e a área para futuro uso habitacional, promovendo níveis sonoros mais baixos do que os atuais e conformes com os valores limite, a recolha de dados acústicos não será aplicável, pelo que deve ser apresentado o mapa de ruído.

São estabelecidos os valores limite de exposição (artigo 11º) e as regras de instalação e exercício de:

- Atividades ruidosas permanentes (artigo 13º);
- Atividades ruidosas temporárias (artigos 14º a 18º);
- Infraestruturas de transporte (artigos 19º e 20º);
- Outras fontes de ruído (artigo 21º);
- Ruído de vizinhança (artigo 24º).

Aos valores limite apresentados no quadro do capítulo anterior, tem-se ainda a acrescentar:

Quadro 2: Valores limite de exposição

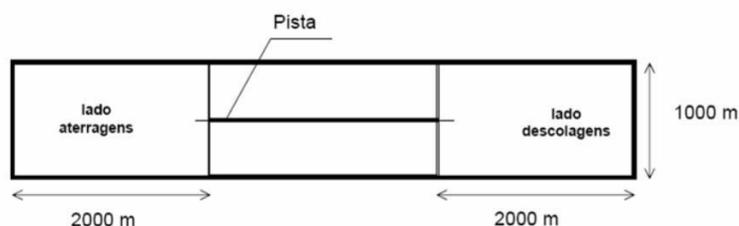
| Zona   | Lden<br>(24 horas) | Ln<br>(23h00 às 07h00) |
|--|--------------------|------------------------|
| Sensível na proximidade de GIT existente             | ≤ 65 dB(A)         | ≤ 55 dB(A)             |
| Sensível na proximidade de GIT não aéreo em projecto | ≤ 60 dB(A)         | ≤ 50 dB(A)             |
| Sensível na proximidade de GIT aéreo em projecto     | ≤ 65 dB(A)         | ≤ 55 dB(A)             |

\*GIT – Grande Infraestrutura de Transporte

É entendimento da Agência Portuguesa do Ambiente (ver “O quadro Legal do Ruído Ambiente” - Maria João Leite e Margarida Guedes – 14 de novembro de 2007) que a “proximidade”<sup>1</sup> deve ser entendida como:

- Entre a zona sensível e a GIT rodoviária;
- Ou ferroviário deve ser entendida como uma distância de 100 metros;
- Entre a zona sensível e a GIT aérea (aeroporto de Lisboa) deve ser um retângulo de 7.800 m de comprimento por 1.000 m de largura com pista principal nele centrada, conforme figura seguinte.

Figura 1: Descrição GIT Aérea



O Município de Mafra não é abrangido pelos limites atrás referidos para GIT aérea.

As GIT da 1ª fase da Directiva sobre o Ruído Ambiente - Directiva 2002/49/CE (DRA) constam da lista anexa às “Directrizes para elaboração de mapas de ruído”, IA, março de 2007.

Na área do Município de Mafra os GIT existentes são: Autoestrada A8, Autoestrada A21, Lanço da EN8 – Malveira/Venda do Pinheiro. No site <https://apambiente.pt/ar-e-ruído/mapas-municipais-de-ruído-e-mapas-estrategicos-de-ruído> pode-se consultar os mapas de ruído das GIT existentes em Portugal.

<sup>1</sup> Conforme consta do PowerPoint relativo ao “Novo quadro legal do ruído ambiente”, apresentado por Ana Teresa Perez, Maria João Leite, Margarida Guedes e Fernanda Bernardo, do antigo Instituto do Ambiente, em abril 2007.



O RGR estabelece a obrigatoriedade de as concessionárias das GIT estabelecerem mapas de ruído estratégicos e Planos de Ação.

### **Aspetos associados ao critério de exposição máxima**

- Determinação do  $L_{den}$  (representativo de 1 ano)
  - $L_{Aeq}$  diurno por amostragem ou em contínuo, em pelo menos 2 dias distintos
  - $L_{Aeq}$  entardecer idem
  - $L_{Aeq}$  nocturno idem

Se houver sazonalidades (semanal ou mensal) é necessário caracterizar estes regimes.

- Determinação do  $L_n$  (representativo de 1 ano)
  - $L_{Aeq}$  nocturno, por amostragem ou em contínuo, em pelo menos 2 dias distintos ou para atividades ruidosas permanentes que não laborem em período nocturno, assumir como simplificação, o valor de  $L_{Aeq}(22h-7h)/L_n$  retirado do mapa de ruído existente.

As medidas de redução de ruído previstas dos números 3 a 5 do artigo 19.º do atual RGR são, prioritariamente:

- 1º - Medidas de redução na fonte;
- 2º - Medidas de redução no meio de propagação;
- 3º - Medidas de redução no recetor.

A 3ª medida, relativa ao reforço de 3 dB do isolamento sonoro da fachada dos edifícios considerados recetores sensíveis, só se aplica excepcionalmente quando comprovadamente esgotadas as restantes medidas de redução e desde que os níveis sonoros não sejam superiores a 60  $L_{den}$  ou 50  $L_n$ .

A adoção e implementação das medidas de isolamento sonoro nos recetores sensíveis, referidas no número anterior, compete à entidade responsável pela exploração das infraestruturas ou ao recetor sensível, conforme quem mais recentemente tenha instalado ou dado início às mesmas.

## 4.2 RELAÇÃO ENTRE RUÍDO E SAÚDE

O quadro a seguir apresentado estabelece uma relação entre os níveis sonoros em diferentes locais de receção e os seus efeitos sobre a saúde (APA - “Manual Técnico para Elaboração de PMRR” e Berlung, e tal., 1995).

**Quadro 3: Relação entre níveis sonoros em diferentes locais e efeitos sobre a saúde**

| Locais de receção  | Efeito sobre a saúde   | $L_{Aeq}$ [dB] | Período de tempo [h]   | $L_{Amax}$ [dB] |
|--|--|----------------|--|-----------------|
| Zona residencial exterior  | Forte incómodo   | 55             | 16   | -               |
|  | Incomodo moderado  | 50             | 16   | -               |
| Interior das habitações  | Inteligibilidade da palavra e incómodo moderado                                      | 35             | 16   | -               |
| Interior dos quartos   | Perturbações no sono, à noite  | 30             | 8  | 45              |
| No exterior dos quartos  | Perturbações no sono, janela aberta  | 45             | 8  | 60              |
| Interior de salas de aula e Jardins-de-infância,                                     | Inteligibilidade da palavra, perturbação na aquisição e na comunicação de informação | 35             | Período de aulas   | -               |
| Interior de áreas de repouso de jardins-de-infância                                  | Perturbações no sono   | 30             | Período de repouso   | 45              |
| Zonas de recreio, exterior   | Incómodo (fonte exterior)  | 55             | Período de recreio   | -               |
| Interior de hospitais (salas de estar e quartos)                                     | Perturbações no sono, à noite<br>Perturbações no sono, durante o dia                 | 30             | 8  | 40              |
|  |  | 30             | 16   | -               |
| Interior de hospitais (zonas de tratamento)  | Interferência com o período de repouso e de convalescença                            | Menor possível | -  | -               |
| Zonas industriais, comerciais, de serviços, de circulação, no exterior e no interior | Perda de audição   | 70             | 24   | 110             |
| Festivais, locais de diversão  | Perda de audição (clientes: <5 vezes por ano)  | 100            | 4  | 110             |
| Discursos, manifestações lúdicas no exterior e interior                              | Perda de audição   | 85             | 1  | 110             |
| Música e outros sons difusos nos receptores  | Perda de audição   | 85             | 1  | 110             |
| Impulsos sonoros gerados por jogos, fogo-de-artifício e armas de fogo                | Perda de audição (adultos)   | -              | -  | 140             |
|  | Perda de audição (crianças)  | -              | -  | 120             |
| Parques naturais e zonas protegidas  | Interrupção na tranquilidade   |                | Devem ser preservadas e o ruído emergente do ruído de fundo deve ser tão baixo quanto possível |                 |

É de salientar que os valores limite previstos no atual RGR foram estabelecidos tendo em conta estudos da OMS sobre os efeitos do ruído sobre as pessoas. A este respeito a OMS define saúde não como a ausência de doença ou enfermidade, mas um estado de bem-estar físico, mental e social (“Poluição Sonora” – J.L Bento Coelho – outubro 2007).



A exposição ao ruído influencia as 3 componentes que definem a boa saúde; estado de bem-estar físico, mental e social. São igualmente sintetizados em 3 os efeitos do ruído sobre a pessoa, conforme o quadro seguinte:

**Quadro 4: Efeitos do ruído**

| <b>EFEITOS DO RUÍDO</b>    | <b>DESCRIÇÃO</b>  | <b>CONSEQUÊNCIAS</b>  |
|----------------------------|---|---|
| <b>INCOMODIDADE</b>        | Desconforto, Cansaço, Irritabilidade, Stress, Perturbação do sono   | Degradação ambiente familiar, Perturbação ambiente social, Saúde Comunitária, Rentabilidade no trabalho, efeitos económicos |
| <b>FISIOLÓGICOS</b>        | Perturbação do Sono, Tensão arterial, Cardiovasculares (ruído de baixa frequência), respiratórios.                                  | Saúde comunitária, rentabilidade no trabalho, efeitos económicos.   |
| <b>FÍSICOS TRAUMÁTICOS</b> | Surdez- Exposição prolongada, níveis sonoros elevados, componentes espectrais discretos (baixa frequência), componentes impulsivas. | Saúde, trabalho, efeitos económicos.  |



## **5. PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RUÍDO DO MUNICÍPIO DE MAFRA**

### **5.1 GENERALIDADES**

O objetivo principal do PMRR é o de estabelecer e implementar uma política de gestão do ruído ambiente. Para tal é essencial a coordenação dos diversos setores municipais, entre os quais ambiente, planeamento, obras municipais, tráfego, entre outros departamentos.

#### **5.1.1 RESPONSABILIDADES DO MUNICÍPIO**

O município tem a responsabilidade de elaborar mapas de ruído e respetiva carta de classificação de zonas, por forma a verificar o cumprimento dos valores limite de ruído ambiente exterior impostos pelo RGR, tendo ainda a responsabilidade de elaborar o seu PMRR sempre que existam zonas de incumprimento do RGR.

Uma vez na posse da informação necessária para identificação das situações de conflito, isto é, ultrapassagem dos valores limite regulamentares, compete às Câmaras Municipais identificar todos os infratores e todas as fontes produtoras de ruído, devendo comunicar às entidades públicas ou privadas que estejam em infração a sua obrigatoriedade de redução dos níveis de emissão sonora, num determinado prazo, de forma a ser possível cumprir os objectivos do PMRR.

Existem situações em que a redução do ruído ambiente pode ser da responsabilidade das próprias Câmaras Municipais, como seja o caso de uma reorganização do espaço urbano levada a cabo pelo município, originando situações de zonas sensíveis na proximidade de infraestruturas de transporte existentes ou programadas, que subitamente passam a originar situações de conflito. Da mesma forma, não devem autorizar a urbanização em zonas ruidosas, onde já se sabe de início que causará sobreexposição de ruído.

##### **5.1.1.1 ABORDAGEM ESTRATÉGICA**

Apesar dos Planos Municipais de Redução de Ruído serem da competência de cada município, por vezes podem surgir determinadas situações em que se torna vantajoso, ou mesmo essencial, que ocorra uma definição de estratégias intermunicipais ou regionais, de forma congruente e sustentada, como, por exemplo, em vias rodoviárias de carácter intermunicipal, transportes colectivos, ETAR, etc.



Relativamente a vias ou equipamentos que sejam de carácter intermunicipal é absolutamente necessária uma abordagem multi-camarária, devido ao contexto multi-municipal em que se inserem. Noutras situações, como os transportes coletivos ou de mercadorias, a sua atividade desenvolve-se em diversos municípios pelo que qualquer solução de minimização tomada por essas entidades pode resultar num benefício generalizado nos municípios sob a sua esfera de influência.

O financiamento de soluções de redução de ruído que influenciem vários municípios também poderá sair beneficiada, possibilitando que certos municípios com menor capacidade económica consigam assim, em conjunto, atingir soluções doutra forma impensáveis.

No RGR, estipula-se o possível faseamento de medidas, considerando-se prioritárias as referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no RGR.

Com base no disposto, será seguida a seguinte metodologia de trabalho para a execução do Plano Municipal de Redução de Ruído para o Município de Mafra:

- a) Identificação das áreas onde é necessário reduzir o ruído ambiente exterior;
- b) Quantificação, para as zonas referidas no n.º 1 do artigo anterior para as quais o ruído ambiente exterior exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no RGR da redução global de ruído ambiente exterior relativa aos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ ;
- c) Para as zonas nas quais o ruído ambiente exterior exceda em menos de 5 dB(A) os valores limite fixados no RGR da redução global de ruído ambiente exterior relativa aos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$  aconselha-se realizar medições *in loco*, para aferir os níveis sonoros existentes. O mapa de ruído à escala municipal poderá apresentar desvios, devido a simplificações aceitáveis para a escala à qual os mesmos foram realizados;
- c) Quantificação, para cada fonte de ruído, da redução necessária relativa aos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$  e identificação das entidades responsáveis pela execução de medidas de redução de ruído;
- d) Indicação das medidas de redução de ruído e respetiva eficácia quando a entidade responsável pela sua execução é o município.

## 5.2 DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO DE MAFRA

De acordo com o censo mais recente, o Município de Mafra tem uma área de 292,00 km<sup>2</sup> e uma população de 86.515 habitantes. Constituída por 11 freguesias, é um dos 16 municípios do distrito de Lisboa. Encontra-se limitado pelos Municípios de Sintra, Loures, Arruda dos Vinhos, Sobral de Monte Agraço e Torres Vedras, do mesmo distrito.



Inserem-se na Grande Área Metropolitana de Lisboa e é dotada de uma boa rede viária nomeadamente a A8, A21 e EN8 e da linha ferroviária do Oeste. Destacam-se do ponto de vista urbano, os núcleos de Mafra, Ericeira, Malveira e Venda do Pinheiro.

De referir ainda a existência de zonas industriais, algumas indústrias pontuais e parques eólicos. É de esperar que estas fontes tenham um impacto reduzido ou mesmo nulo para os recetores sensíveis mais próximos.

### **5.3 MAPAS DE RUÍDO**

Os mapas de ruído foram elaborados por forma a dar cumprimento ao Decreto-Lei n.º 146/2006 de 31 de julho, que transpõe a Diretiva Comunitária n.º 2002/49/CE, de 25 de junho, do Parlamento Europeu e do Conselho, sobre avaliação e gestão do ruído ambiente.

O trabalho foi desenvolvido de acordo com a legislação em vigor, nomeadamente pelo Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, que aprova o Regulamento Geral de Ruído (RGR), segundo o qual, os planos de ordenamento do território devem assegurar a qualidade do ambiente sonoro e promover a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído, quer existentes, quer previstas - Capítulo II, Planeamento municipal, artigo 6º, Planos municipais de ordenamento do território.

Os mapas de ruído elaborados constituem um elemento de caracterização das condições acústicas resultantes de um conjunto de fontes de ruído em estudo, visando identificar os locais com ocupação humana expostos a níveis sonoros causadores de incomodidade para as populações.

### 5.3.1 Metodologia dos Mapas de Ruído

O mapeamento de ruído consiste na representação da distribuição geográfica de um indicador de “ruído ambiente” que corresponda à exposição ao ruído no exterior, apresentados sob a forma de diagramas cromáticos, com linhas isófonas expressas em termos do parâmetro  $L_{den}$  e  $L_n$ .

Um mapa de ruído constitui, essencialmente, uma ferramenta de apoio à decisão sobre planeamento e ordenamento do território que permite visualizar condicionantes dos espaços por requisitos de qualidade do ambiente acústico devendo, portanto, ser adotado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação. Um mapa de ruído deverá fornecer informação para atingir os seguintes objetivos:

- 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.

Esta informação poderá também servir de base para a avaliação de condições de expansão prevista, de novas áreas urbanas ou de novas infraestruturas ruidosas, bem como para a avaliação de eventuais situações de conflito, em função de parâmetros acústicos com interesse.

O software utilizado foi o programa informático IMMI, de origem alemã (Wolfel Software GmbH), específico para a elaboração de mapas de ruído, na versão de maior capacidade (PREMIUM), para funcionamento em ambiente *Windows*. No que refere aos métodos de cálculo e normas aplicáveis ao modelo, no presente estudo utilizaram-se as definições e recomendações da Diretiva n.º 2002/49/EC e Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho.

Tendo em conta o estipulado pelas Diretrizes para a Elaboração de Mapas de Ruído (Versão 2) de junho de 2008 (Agência Portuguesa do Ambiente), os mapas de ruído incluíram as seguintes fontes:

- Rodovias cujo Tráfego Médio Diário Anual (TMDA) é superior a 8.000 veículos;
- Fontes fixas abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição.

Os mapas de ruído reportam-se aos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , ambos calculados a uma altura acima do solo de 4 metros. A dimensão da quadrícula das malhas de cálculo dos mapas de ruído foi de 10 m × 10 m. O número de reflexões considerado, para o cálculo de níveis sonoros foi a primeira ordem de reflexões.

No que se refere aos dados meteorológicos, adotaram-se as seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído (mencionadas no GPG 2):

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



A não utilização de dados meteorológicos de estações existentes na área de estudo, prende-se com o formato solicitado pelo modelo de cálculo utilizado.

Foi utilizado o algoritmo de cálculo recomendado na Diretiva 2002/49/CE, e parametrizado de acordo com as Normas:

#### **Ruído rodoviário**

Norma Francesa NMPB - Routes/XPS31-133 "*Arrêté relatif au bruit des infrastructures routières*", com módulos de cálculo específicos para ruído de Tráfego rodoviário.

Os dados de input de referida Norma são os seguintes:

- Tráfego horário para cada período de referência, para veículos ligeiros e pesados;
- Características do pavimento;
- Velocidades médias por tipologia de veículo;
- Perfis longitudinais e transversais.

#### **Ruído industrial**

Norma ISO 9613-2: "*Acoustics - Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2: General method of calculation*".

Não foram modeladas fontes de ruído de cariz ferroviário e aéreo.

### **5.3.2 Dados de entrada nos mapas de ruído**

#### **Cartografia**

Para a elaboração do mapeamento de ruído foi utilizada a seguinte cartografia:

- Cartografia raster da série M888 do Instituto Geográfico do Exército, à escala 1:25 000, para apoio ao levantamento de campo e enquadramento geral do município;
- Levantamento topográfico à escala 1:2 000 em formato vetorial, para modelação tridimensional da previsão dos níveis de ruído, para as áreas urbanas da Ericeira, Mafra, Malveira e Venda do Pinheiro, e à escala 1:10 000 para o restante município. O levantamento topográfico utilizado reporta-se a março de 2004, atualizado com a inclusão da autoestrada A21 e respetivas barreiras acústicas e das medidas de minimização de ruído introduzidas na autoestrada A21;
- Ortofotomapas à escala 1:5 000, de voo realizado em 2005, para apoio ao levantamento de campo e localização de pontos de medida.

Ao nível das peças desenhadas foram apenas utilizadas curvas de nível com equidistâncias de 10 em 10 metros, permitindo deste modo não sobrecarregar o desenho, diminuindo a sua leitura, independentemente da modelação ter sido realizada com as curvas de nível do levantamento topográfico.



Relativamente ao levantamento da altura de todos os edifícios, que constituem obstáculo à propagação do ruído, foi tido em conta o número de andares, ao qual foi multiplicado por 3 metros de altura por andar.

### **Tráfego**

Foi realizado um levantamento bibliográfico (aquisição de contagens de tráfego da EP - Estradas de Portugal) do tráfego rodoviário para as principais estradas nacionais que intersectam o Município de Mafra e ainda para as autoestradas A8 e A21, completado com contagens de campo. Os dados de tráfego utilizados reportam-se aos anos de 2009 e 2010.

A caracterização das fontes rodoviárias dividiu-se em caracterização física e quantitativa, referindo-se de seguida as principais variáveis consideradas na modelação:

- **Caracterização física**

Número de faixas de rodagem e respetiva largura, declive da via, tipo de piso.

- **Caracterização quantitativa (dados de emissão)**

- Número de veículos por hora e percentagem de pesados, por período de referência, velocidade média e modo de circulação (tráfego fluido, em aceleração, em desaceleração, não diferenciado);
- Relativamente às velocidades médias de circulação, estas variaram ao longo dos traçados, de acordo com as zonas de aceleração e desaceleração, nomeadamente em locais onde ocorre a existência de rotundas, sinalização vertical condicionadora de velocidade e semáforos;
- A velocidade média utilizada na modelação encontra-se compreendida entre os 50 km/h e os 80 km/h para as estradas nacionais e entre os 90 km/h e os 120 km/h para as autoestradas A8 e A21.



### **Fontes industriais**

No presente estudo foram definidas como fontes industriais os Parques Eólicos dispersos pelo Município de Mafra. De acordo com a informação obtida nos processos de licenciamento efetuados pelos promotores dos respetivos Parques, consideraram-se os aerogeradores como fontes pontuais a 80 metros de altura, com um nível de potência sonora de 104,0 dB(A), a emitir ininterruptamente vinte e quatro horas por dia.

Refira-se que, com exceção dos Projetos rodoviários sujeitos a Avaliação de Impacte Ambiental (AIA), relativamente às fontes fixas, não se observa que os projetos que tiveram processo de AIA constituam fontes de ruído condicionadoras do quadro acústico de referência. Efetivamente, da consulta dos vários processos de AIA, os impactes no descritor ruído são de um modo geral pouco significativos e de magnitude reduzida. Face a estes pressupostos, definiu-se que apenas as fontes inerentes aos aerogeradores que compõem os vários parques eólicos dispersos pela área de estudo, seriam integrados na modelação.

### **Ruído ferroviário**

Relativamente ao ruído ferroviário, a área de estudo é atravessada pela Linha do Oeste, no entanto verifica-se um tráfego médio horário de aproximadamente uma composição por hora, o que se traduz numa fonte sem um incremento significado no quadro acústico de referência, motivo pelo qual não foi considerada na presente modelação.

### **Calibração do modelo**

A calibração do modelo incidiu sobre a cartografia disponível e nos dados de *input* relativos às fontes de ruído a avaliar. No que se refere à cartografia, foram gerados modelos tridimensionais da área de estudo, permitindo detetar falhas, incorreções ou problemas ao nível de cotas, geometria ou outros aspetos da envolvente física. Os referidos modelos tridimensionais foram validados em trabalhos de campo e apoiados em registos fotográficos e de vídeo.

Por sua vez, para a caracterização acústica das fontes em análise e correta calibração dos correspondentes modelos de cálculo, foram realizadas campanhas de medição *in situ* dos níveis sonoros gerados pelas fontes em estudo, com recolha simultânea dos principais parâmetros que concorrem para a obtenção das condições acústicas observadas.

Os dados recolhidos durante os levantamentos de campo serviram, fundamentalmente, para confirmação/afecção da modelação orográfica do terreno e planimetria, do pavimento das vias rodoviárias (camadas de desgaste), dados essenciais para a correta calibração dos modelos de cálculo utilizados para a elaboração dos Mapas de Ruído, bem como para a sua validação.



### 5.3.3 Análise dos Mapas de Ruído

Da observação dos mapas de ruído do Município de Mafra para os indicadores  $L_{den}$  (diurno-entardecer-noturno) e  $L_n$  (noturno), os quais são apresentados em anexo, o tráfego rodoviário constitui na generalidade da área de estudo, a grande fonte de ruído que condiciona o quadro acústico de todo o município.

O Município de Mafra é atravessado por quatro estradas nacionais, que fazem a ligação das freguesias à sede de município e também aos principais aglomerados urbanos dos municípios vizinhos.

Entre estas, a EN 8 é aquela que apresenta o maior fluxo de tráfego, condicionando de forma mais agravada as áreas adjacentes à mesma. Da análise do mapa, registam-se valores de  $L_{den}$  compreendidos entre os 60 dB(A) e os 70 dB(A), medidos na envolvente desta via.

Consoante a intensidade de tráfego ocorrido nestas estradas, maior ou menor será a sua influência no ambiente sonoro da área de estudo.

No setor Este do município, destaca-se o troço da A8 que intersesta o município no sentido Norte-Sul, atravessando as freguesias de Enxara do Bispo, Milharado, Malveira e Venda do Pinheiro. Devido ao elevado tráfego rodoviário e às suas características, esta via condiciona fortemente o ruído ambiente na sua envolvente. Destaca-se igualmente, embora em menor escala, a influência do ruído gerado pelo tráfego rodoviário na A21, com maior magnitude no troço compreendido entre o nó da A8 e o nó Este de Mafra.

Relativamente a fontes de cariz industrial, à escala que se apresenta este mapa, não é notória a sua influência na área de estudo, excetuando-se os Parques Eólicos existentes no município.

Com efeito, na área de implantação dos aerogeradores, registam-se valores de  $L_{den}$  compreendidos entre os 60 dB(A) e os 65 dB(A), conforme mapas de ruído em anexo (anexo III e anexo V).

Relativamente ao parâmetro indicador  $L_n$ , o quadro acústico mantém as mesmas fontes sonoras existentes durante o período diurno, excetuando-se algumas unidades industriais que não laboram nesse período, embora atenuadas no que diz respeito ao ruído originado pelo tráfego rodoviário. O mapa de ruído para o parâmetro indicador  $L_n$ , à escala 1:25 000, encontra-se em anexo (anexo IV e anexo VI).

Assim sendo, no que se refere às estradas nacionais, observa-se um decréscimo acentuado nos níveis de  $L_{Aeq}$ , relativamente aos restantes períodos de referência.

No caso da A8, a situação mantém-se, verificando-se valores de  $L_n$  superiores a 55 dB(A), nas áreas adjacentes à via. Relativamente aos Parques Eólicos, e visto a sua atividade processar-se em contínuo, o quadro acústico mantém-se sensivelmente igual aos restantes períodos de referência.

É importante ter presente que este tipo de análise que vai ao pormenor do edificado, com base num mapa de ruído à escala municipal, poderá servir para uma análise macroscópica e global da área de estudo, não se afigurando correcta a análise individualizada do edificado.



#### 5.3.4 Limitações dos Mapas de Ruído

De acordo com o RGR um mapa de ruído é por definição: “(...) «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 corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);”.

O mesmo permite verificar se os valores limite de exposição, em função da classificação de uma zona como mista ou sensível é verificada em função dos limites estabelecidos no artigo 11.º do RGR. Este mesmo artigo, a respeito refere que a verificação de conformidade dos valores fixados no presente artigo, a avaliação deve ser efetuada junto do ou no recetor sensível, por uma das seguintes formas:

**a) Realização de medições acústicas.**

Os pontos de medição devem, sempre que tecnicamente possível, estar afastados, pelo menos, 3,5 m de qualquer estrutura refletora, à exceção do solo, e situar-se a uma altura de 3,8 m a 4,2 m acima do solo, quando aplicável, ou de 1,2 m a 1,5 m de altura acima do solo ou do nível de cada piso de interesse, nos restantes casos;

**b) Consulta dos mapas de ruído, desde que a situação em verificação seja passível de caracterização através dos valores neles representados.**

Com base do atrás disposto é importante uma análise mais detalhada das limitações dos mapas de ruído de modo a extrair destes a informação passível de ser usada corretamente para a verificação dos valores limite.

A tabela em baixo elenca aspetos dos mapas de ruído que devem ser tidos em linha de conta:

**Quadro 5: Limites do mapa de ruído do PDM de Mafra**

| LIMITAÇÃO                            | DESCRIÇÃO  | CONSEQUÊNCIAS   |
|--------------------------------------|--|---|
| <b>MAPA DE RUÍDO À ESCALA DE PDM</b> | Os mapas de ruído foram elaborados para uma correta representação dos níveis sonoros de longa duração, tipicamente um ano, para a escala à qual foram realizados. (*)  | Para uma escala maior, como um PP, PU ou loteamento, deve ser aferido se os níveis de ruído representados nos mapas de ruído são passíveis de representar a escala à qual se está a analisar.   |
| <b>MÉTODOS DE CÁLCULO</b>            | Os mapas de ruído existentes, foram calculados usando a norma Francesa NMPB - Routes/XPS31-133 e a norma ISO 9613-2 para as fontes industriais.<br>Atualmente o método de cálculo utilizado para os mapas de ruído é o CNOSSOS.    | Os métodos de cálculo apresentam uma evolução no sentido de modelarem com maior rigor a representação dos níveis sonoros nos mapas de ruído [MR]. Apesar dos MR serem sempre validados, independentemente dos métodos, a validação é efetuada em pontos localizados e não em toda a área do mapa. |
| <b>DADOS DE ENTRADA</b>              | Os dados de tráfego rodoviário utilizados reportam-se aos anos de 2009 e 2010.<br>As fontes industriais modeladas reportam e informação de 2014.<br>Os dados de entrada no novo método de cálculo, o CNOSSOS, são mais detalhados. | A não atualidade e detalhe atualmente exigido dos dados relativos às fontes emissoras de ruído, pode gerar desvios, face à situação efetivamente existente.   |

(\*) Os dados utilizados ao nível da cartografia (curvas de nível, taludes, cérceas, etc...), pavimentos das rodovias, velocidades de circulação nas rodovias, entre outros, são necessariamente menos detalhados à escala do PDM que a escalas maiores.

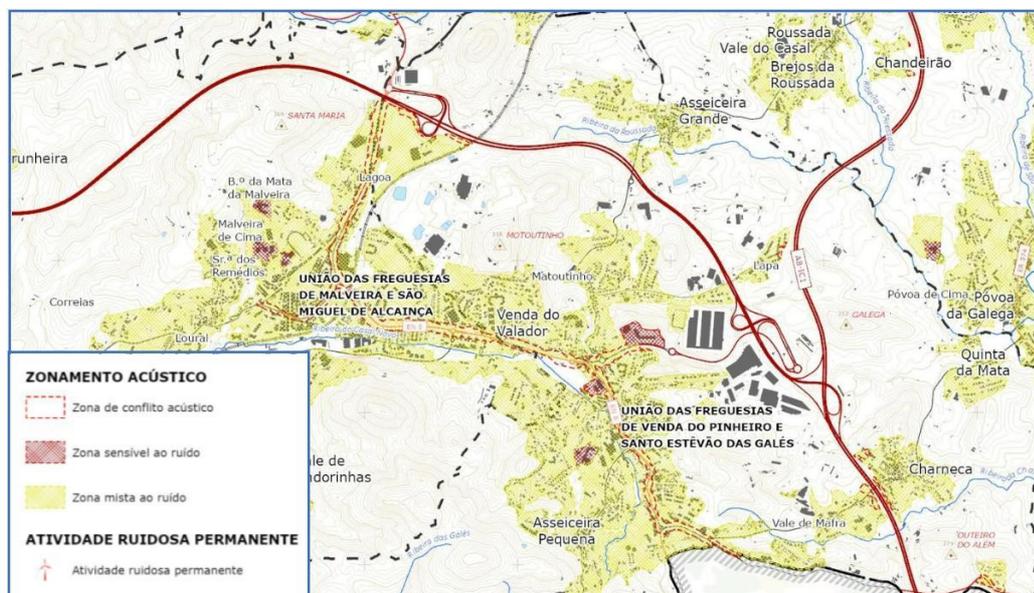
Em resumo, sendo os mapas de ruído a ferramenta que está na base para a realização dos Planos Municipais de Ruído, a informação deles retirada não deve de ir além do rigor que os mesmos naturalmente têm face ao detalhe para o qual os mesmos se destinavam.

## 5.4 MAPA DE ZONAMENTO ACÚSTICO

Conforme previsto na legislação em vigor, e considerando as propostas de ordenamento, foram delimitadas as zonas sensíveis e mistas por parte do município, que são abrangidas apenas por solo urbano. Esta delimitação foi considerada na elaboração do presente trabalho.

Neste documento estão identificadas as zonas mistas e as zonas sensíveis no Município de Mafra. Em baixo pode-se visualizar extrato do referido mapa de zonamento acústico.

Figura 2: Mapa de zonamento acústico do Município de Mafra



Em anexo é apresentado o mapa de zonamento acústico do Município de Mafra datado de dezembro de 2022. O Município de Mafra definiu como zonas mistas, de um modo global, os aglomerados urbanos dados a sua vocação de uso existente e prevista estar plenamente enquadrada com a definição de zona mista, nos termos definidos no RGR.

Houve o cuidado de se definir como zona sensível os estabelecimentos de ensino e pontualmente outros locais como uma vocação que requer igualmente um ambiente sonoro mais tranquilo.

Importa esclarecer que ocupação sensível e zona sensível não são a mesma coisa. Ocupações sensíveis existem tanto na zona sensível como na zona mista; exemplo são as habitações.

A zona sensível é vocacionada para diferentes ocupações sensíveis como 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.

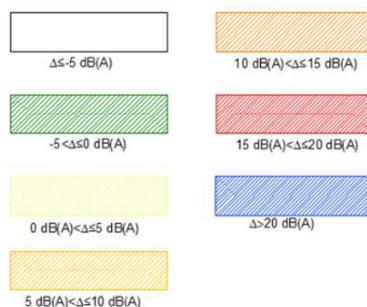
A zona mista também terá uma vocação para ocupações sensíveis, embora tenha de compatibilizar estas com a existência de outras atividades como por exemplo comércio ou serviços.

## 5.5 MAPAS DE CONFLITO

Os mapas de conflito resultam da sobreposição dos mapas de ruído com a carta de classificação de zonas definidas pelo município, para todo o território municipal, urbano e rural.

A figura seguinte apresenta as cores selecionadas para representar em intervalos de 5 dB(A) os níveis de incumprimento.

Figura 3: Escala de cores dos mapas de conflito



Os mapas de ruído à escala municipal fornecem uma análise macroscópica do ambiente sonoro a nível do município. São ferramentas úteis para uma primeira abordagem da problemática do ruído, ajudando na definição das linhas orientadoras nas políticas de gestão ambiental. Sendo os mapas de conflito gerados a partir destes mapas de ruído, a mesma análise macroscópica deve ser aplicada.

Quando se procura quantificar a redução global do ruído ambiente de um município relativa aos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , a diversidade de fontes sonoras, a sua distribuição espacial e a variação dos níveis de exposição sonora tornam impraticável a atribuição de um valor único para a redução sonora necessária à globalidade do município. Além do mais, tendo o RGR como um dos principais objetivos assegurar a qualidade do ambiente sonoro junto das ocupações sensíveis, qualquer que seja o tipo de zonamento onde se encontram, fará mais sentido apurar a análise junto aos recetores sensíveis em detrimento da globalidade da área do município.



O custo associado a uma efetiva implementação duma medida de redução de ruído, qualquer que esta seja, poderá facilmente justificar uma análise dos mapas de ruído com o detalhe equivalente a um plano de urbanização ou de pormenor. Os mapas de conflito são apresentados no Anexo IV, nomeadamente:

- Áreas de redução do ruído – Indicador  $L_{den}$ ;
- Áreas de redução do ruído – Indicador  $L_n$ .

Além da quantificação da redução global de ruído ambiente do município, a autarquia deve comunicar às diferentes entidades gestoras de fontes ruidosas, de infraestruturas de transporte ou industriais, as necessidades de redução parcial de ruído ambiente por fonte de ruído à respetiva entidade gestora relativa aos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ .

A etapa seguinte consiste na indicação, seleção e projeto das medidas de redução de ruído bem como da respetiva eficácia para as fontes sonoras de responsabilidade do município. Na análise do tipo de medidas que o município poderia tomar para melhorar o ambiente sonoro no seu território analisaram-se algumas propostas de intervenção e equacionaram-se outras propostas de atuação.

Em termos genéricos existem diferentes tipos de intervenção para redução de ruído; segue-se alguns exemplos:

- Implementação de pavimento menos ruidoso nas vias rodoviárias da rede viária principal e secundária existentes ou futuras;
- Introdução de zonas de velocidade condicionada nas malhas urbanizadas mais afetadas pelos grandes eixos viários, cuja contribuição sonora seja ainda relevante e condicionamento do tráfego de pesados nos casos aplicáveis;
- Desnívelamento, por escavação, de futuras vias caso se justificando a inclusão também de barreiras acústicas;
- Instalação de barreiras acústicas nas vias existentes;

Para além das medidas de redução de ruído, propriamente ditas, deve também ser tida em consideração intervenções ao nível do ordenamento do território, através da definição de medidas como:

- A localização de novas construções de acordo com a distribuição espacial do ruído ambiente exterior;
- A correta seleção do tipo de atividades a desenvolver nos edifícios mais próximos das principais fontes de ruído (edifícios de “primeira linha”) que deverão ser, preferencialmente, vocacionados para outros usos de menor sensibilidade ao ruído, como, por exemplo, escritórios, comércio ou pequena indústria;
- A correta distribuição de usos mais sensíveis (quartos e salas) junto às fachadas menos ruidosas nos edifícios habitacionais;



### **Zonas não classificadas – Áreas Rurais**

De acordo com o artigo 85 do PDM do Município de Mafra “Os recetores sensíveis isolados, não identificados na carta de zonamento acústico, são equiparados a zonas sensíveis ou mistas, em função dos usos existentes.”

O Regulamento Geral de Ruído (DL 9/2007) define a este respeito que até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º, para efeitos de verificação dos valores 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).

Nos mapas de conflito apresentados nas peças desenhadas relativas às áreas rurais, é analisada a totalidade da área rural em termos de cumprimento dos valores limite para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , por uma questão de facilidade de análise. Para estes casos, em fase de medidas de minimização, devem-se aplicar medidas apenas aos recetores sensíveis.

### **5.6 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO**

Na fase de medidas de redução de ruído e respetiva eficácia, deve-se em primeiro lugar identificar as entidades responsáveis pela execução das mesmas. As medidas da redução de ruído da responsabilidade do município deverão ser identificadas e avaliada a sua eficácia. De acordo com a informação disponibilizada pelas diferentes entidades, apresenta-se em baixo a identificação das entidades responsáveis pelas diferentes rodovias.

**Quadro 6: Entidades responsáveis pelas rodovias**

| <b>Rodovia</b>         | <b>Troço</b>                                 | <b>Entidade Responsável</b> |
|------------------------|--|-----------------------------|
| Auto-Estrada A8        | Olival Basto (A8/IC17) – Leiria Sul (A8/A19) | Auto-Estradas do Atlântico  |
| Auto-Estrada A21       | Ericeira – Malveira (A8/A21)                 | Infraestruturas de Portugal |
| Estrada nacional EN8   | No Município de Mafra                        | Infraestruturas de Portugal |
| Estrada nacional EN9   | No Município de Mafra                        | Infraestruturas de Portugal |
| Estrada nacional EN116 | No Município de Mafra                        | Infraestruturas de Portugal |
| Estrada nacional EN247 | No Município de Mafra                        | Infraestruturas de Portugal |
| Estrada nacional EN374 | No Município de Mafra                        | Infraestruturas de Portugal |



Notas:

- i) As restantes rodovias são da responsabilidade do Município de Mafra.
- ii) Há troços das rodovias da responsabilidade das Infraestruturas de Portugal, que estão à responsabilidade do Município de Mafra, nomeadamente:
  - a. N116 na Vila de Mafra;
  - b. N116 na localidade da Carapinheira;
  - c. Dentro das localidades em geral.

Na auto-estrada AE08, da responsabilidade da auto-estradas do Atlântico, e a auto-estrada A21, da responsabilidade das Infraestruturas de Portugal tem-se vindo a colocar barreiras acústicas em zonas próximas de recetores sensíveis. Tratando-se de GIT as mesmas são alvo da realização de mapas de ruído estratégicos, estando os mesmos disponíveis no site da Agência Portuguesa do Ambiente ([www.apambiente.pt](http://www.apambiente.pt)). Sendo os mapas de ruído estratégico elaborados pelas concessionárias e tendo como foco a análise exclusiva da sua fonte viária de ruído, apresentam um detalhe maior que os mapas de ruído elaborados pelo município para efeitos do PDM. Os mapas elaborados pelas referidas entidades serão a base para os respetivos Planos de Redução de Ruído e Planos de ação.

Na via rápida N116, à responsabilidade do Município de Mafra, na zona que atravessa a localidade da Carapinheira, aplicou-se recentemente barreiras acústica.

Da análise dos mapas de ruído é visível que os principais problemas de conflito prende-se com o tráfego rodoviário. O tráfego ferroviário não apresenta situações de conflito junto a ocupações sensíveis, não tendo aliás sido modelada nos mapas de ruído devido a não apresentar emissões sonoras médias ao longo de um ano passíveis de contribuir para a ultrapassagem do Valor Limite de Exposição (VLE) nos recetores sensíveis envolventes à sua via. Do mesmo modo, as indústrias não apresentam situações que gerem conflito junto a receptores sensíveis.

Para o caso concreto das fontes sonoras da responsabilidade do município, pode-se dizer de um modo geral que as mesmas apresentam a ultrapassagem do VLE em recetores sensíveis que se encontram muito próximos de rodovias que apresentam emissões sonoras mais significativas.

Tratando-se de situações que não são generalizadas e identificáveis, optou-se pela apresentação dos recetores sensíveis em questão, indo-se deste modo para além de uma apresentação genérica dos locais no município nos quais o VLE é ultrapassado. Os referidos recetores sensíveis são identificados detalhadamente em anexo.



A tabela em baixo, apresenta uma listagem resumo dos referidos recetores, apresentados em anexo.

**Quadro 7: Recetores sensíveis com níveis sonoros acima do VLE**

| ID | LOCAL  | Tipo de recetor sensível                                | Coordenadas de referência<br>(consultar anexo para<br>identificar recetores) |
|----|--|---|--|
| 1  | N247 - Barril  | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 39° 2'48.81"N<br>9°23'57.27"W  |
| 2  | Esquina N247 / Rua do Sabugueiro – norte da Ericeira                 | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 39° 0'13.09"N<br>9°25'6.27"W   |
| 3  | a) Rua de São Sebastião, b) Rua dos Bombeiros Voluntários - Ericeira | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°58'5.18"N<br>9°25'3.30"W  |
| 4  | Avenida da Liberdade - Mafra   | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°56'39.82"N<br>9°19'49.51"W  |
| 5  | Rotunda na Avenida 25 de abril - Mafra                               | Mafra Hotel & Edifício(s)<br>habitacional(s) / misto(s) | 38°56'31.64"N<br>9°19'51.46"W  |
| 6  | Avenida 25 de abril, sul - Mafra                                     | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°56'27.45"N<br>9°19'48.41"W  |
| 7  | Rua D. João V / Rotunda N116 / N9 - Carapinheira                     | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°56'7.32"N<br>9°18'40.78"W   |
| 8  | N116, próximo do nó da A21 - Carapinheira                            | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°56'9.27"N<br>9°18'31.25"W   |
| 9  | N9 – Norte da Igreja Nova  | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°55'15.42"N<br>9°19'19.03"W  |
| 10 | Rua 25 de abril – Igreja Nova  | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°55'5.13"N<br>9°19'20.07"W   |
| 11 | N9 – norte da Ponte antiga de Cheleiros                              | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°53'23.41"N<br>9°19'36.70"W  |
| 12 | N9 – sul da Ponte antiga de Cheleiros                                | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°53'15.10"N<br>9°19'45.25"W  |
| 13 | Rua Joaquim Duarte Resina - Mafra                                    | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°56'11.92"N<br>9°20'3.33"W   |
| 14 | N8 – Azueira   | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 39° 0'10.65"N<br>9°16'33.08"W  |
| 15 | N8 – Vermoeira   | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°59'34.87"N<br>9°16'28.17"W  |
| 16 | N8 – Vila Franca do Rosário  | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°58'27.33"N<br>9°15'26.45"W  |
| 17 | Rua Lagoa - Malveira   | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°56'12.28"N<br>9°15'9.38"W   |
| 18 | Rua 25 de abril - Malveira   | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°55'48.62"N<br>9°15'20.73"W  |
| 19 | N116 na Venda do Pinheiro, direção Malveira                          | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°55'42.08"N<br>9°14'26.12"W  |
| 20 | Troço da N8 / N116 na Venda do Pinheiro                              | Edifício(s) habitacional(s) / misto(s)                  | 38°55'28.58"N<br>9°13'58.69"W  |

De acordo com os mapas de ruído do Município de Mafra, os recetores sensíveis identificados na tabela em cima, apresentam níveis sonoros de longa duração superiores a 5 dB(A) ao VLE na sua fachada mais exposta. O RGR prevê que as medidas de redução de ruído podem ser faseadas, considerando prioritárias as referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A).



Para a análise de incumprimento do VLE entre 0 e 5 dB(A), deve ser tido em linha de conta dois aspetos. O primeiro tem a ver com as naturais limitações de um mapa de ruído à escala de um PDM, o que limita a análise à escala de um recetor sensível. O segundo tem a ver com o facto de os recetores sensíveis em questão estarem bastante próximos das rodovias. Para recetores bastante próximos das fontes sonoras, as flutuações dos níveis sonoros derivadas das incertezas existentes facilmente podem ter uma dimensão superior ao incumprimento verificado. Por estes motivos, e dado não serem considerados prioritários, devem ser analisados numa fase posterior e com informação acústica mais detalhada.

### **5.6.1 ABORDAGEM SISTÉMICA PARA REDUÇÃO DE RUÍDO**

Dentro das medidas que forem exequíveis, estas deverão ser adotadas de acordo com a seguinte ordem decrescente, como regra de boa prática:

- a) Medidas de redução na fonte de ruído;
- b) Medidas de redução no meio de propagação de ruído;
- c) Medidas de redução no recetor sensível.

Sendo as estradas já identificadas as fontes de ruído da responsabilidade do município, para tentar colmatar as situações de desrespeito do RGR detetadas na área de estudo, genericamente, podem propor-se diversas soluções alternativas de intervenção, nomeadamente:

- a) Medidas de gestão de tráfego (ex: limitação à circulação de pesados, redução da velocidade de circulação em vias municipais cuja velocidade seja superior a 50km/h);
- b) Pavimentos pouco ruidosos;
- c) Barreiras acústicas;
- d) Reforço do isolamento acústico dos edifícios (este tipo de solução, deve ser a última a ser adotada após todas as outras possíveis estarem esgotadas);
- e) Medidas do ordenamento do território (ex: restrições aos usos do solo, zonas de proteção, intervenção nas formas urbanas);
- f) Conjugação das medidas anteriores.



### **Recetores sensíveis expostos a incumprimento até 5 dB(A)**

Para o incumprimento dos valores limite de exposição até 5 dB(A), aconselha-se que sejam realizadas medições de som junto dos recetores sensíveis, antes de se definir quais as medidas de redução de ruído. Tratando-se de um mapa de ruído à escala do município, o mesmo não apresenta uma escala adequada para se analisar ao nível do recetor sensível.

### **Recetores sensíveis expostos a incumprimento superior a 5 dB(A)**

A abordagem a efetuar nas medidas a adotar para minimização das emissões de ruído deverá considerar como medidas prioritárias as referentes a recetores sensíveis expostos a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11.º do RGR.

#### **5.6.1.1 Medidas de gestão de tráfego**

Sendo esta uma das medidas de redução na fonte deverá ser das primeiras a abordar.

A limitação de pesados é uma medida bastante eficaz dadas as elevadas emissões de ruído que este tipo de transporte produz.

Genericamente, a redução de 20% de viaturas pesadas reduziria os níveis sonoros em cerca de 0,8 dB(A). A redução para 50% reduziria os níveis sonoros em cerca de 2,2 dB(A).

O controlo efetivo da velocidade para zonas onde esta seja superior a 50 km/h, é uma outra medida possível. A velocidades reduzidas, o ruído predominante é o mecânico, gerado em grande parte pelo motor. Com o aumento da velocidade o ruído de rolamento (interação pneu/estrada) começa a ter uma maior predominância, relativamente ao ruído de origem mecânica. A redução de 70 km/h para 50 km/h permite uma redução aproximada de 1,8 dB(A) nas emissões sonoras. Por sua vez, a redução de 90 km/h para 50 km/h permite uma redução estimada de 3 dB(A).

#### **5.6.1.2 Alteração do tipo de Pavimento**

A alteração do tipo de pavimento é também uma medida possível a adotar. Enquanto o tipo de pneus e forma de condução influenciam apenas a emissão sonora, o tipo de pavimento definido e posteriormente construído afeta não só a emissão sonora como a própria forma de propagação desse ruído, materializada pela rugosidade e textura da camada de desgaste, pela porosidade e absorção, composição e estrutura desse pavimento, além da sua própria deformabilidade. Os pavimentos cuja camada de desgaste envolve a incorporação de materiais resilientes, como as borrachas, são bastante mais deformáveis que os pavimentos tradicionais, actuando para além da redução directa de ruído de rolamento também na minoração das ondas

reflectidas, por absorção das camadas porosas da estrutura do pavimento, reduzindo assim o ruído final propagado.

O quadro a seguir apresentado mostra o diferente desempenho de diferentes tipos de pavimentos.

**Quadro 8: Desempenho acústico de pavimentos (adaptado de FERHL, 2006)**

| Tipos de Pavimentos                                | Veículos ligeiros              |
|--|--------------------------------|
|  | $L_{Aeq}$ em dB(A)<br>110 km/h |
| Betão betuminoso drenante de camada única          | 79,1                           |
| Camadas de desgaste delgadas em mistura betuminosa | 82,3                           |
| Mistura betuminosa de granulometria descontínua    | 82,2                           |
| Exposição dos agregados                            | 83,9                           |
| Superfícies de betão texturado longitudinalmente   | 84,6                           |

Fatores como a chuva, vento e temperatura desempenham papel igualmente importante. Há ainda fatores como a ocupação marginal da via, perfis da via e dispositivos de controlo de tráfego como as lombas, que podem influenciar tanto a emissão como a propagação sonora, sendo muito relevantes no ambiente percebido num determinado recetor.

### 5.6.1.3 Barreiras acústicas

A aplicação de barreiras acústicas é uma medida de redução no meio de propagação de ruído. Consoante a sua localização, dimensão e eficácia, estas barreiras poderão gerar reduções dos níveis sonoros junto aos recetores até 10 dB(A). Tem como vantagens, ser um método versátil, eficaz e de rápida aplicação (quando comparado com outras soluções). Confere ainda uma relativa facilidade de previsão da redução sonora. Como desvantagens tem-se o forte impacto visual e a sua difícil aplicabilidade em zonas densamente povoadas, como é o caso das malhas urbanas existentes no município.

A construção de túneis ou de coberturas parciais da via são métodos alternativos de controlo de ruído bastante eficazes. No entanto, devido ao elevado custo de construção e manutenção, não é pensado unicamente devido a razões de ruído, mas também para soluções de gestão e de tráfego.

### 5.6.1.4 Medidas de redução de ruído no recetor sensível

Este tipo de medidas só deverá ser tido em linha de conta após todas as outras, relacionadas com a redução na fonte e no caminho, terem sido analisadas, e as medidas consideradas viáveis não serem suficientes para se atingir o cumprimento dos valores limite.

Esse tipo de atuação nos edifícios existentes engloba o reforço da sua envolvente exterior, especialmente nos considerados pontos fracos das fachadas como sejam a caixilharia e os sistemas de ventilação.



O Regulamento Geral de Ruído só permite esta solução de acréscimo de isolamento sonoro de fachada de recetores sensíveis após se esgotarem todos os outros tipos de medidas possíveis e quando o nível sonoro do ruído ambiente não exceda em mais de 5 dB(A) os valores definidos como limite para as Zonas Mistas e as Sensíveis. Nestes casos, pode-se implementar medidas nos recetores sensíveis adotando valores do índice de isolamento a sons de condução aérea, normalizado,  $D_{2m,nT,w}$ , superiores em 3 dB aos valores constantes do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (alínea iii do ponto 1) do artigo 5.º do Decreto-Lei 96/2008 de 9 de junho).

### **5.6.2 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO A ADOTAR**

Havendo diversas soluções possíveis a adotar para redução dos níveis sonoros de forma individual ou em conjugação, a próxima etapa passará por definir quais as melhores medidas a implementar. A evolução da rede viária quer sobre a forma da requalificação dos traçados existentes, ou a projeção de novos traçados deverá ter em conta soluções minimizadoras de ruído na fase de projecto, nomeadamente a escolha de pavimentos menos ruidosos, a escolha de traçados que apresentem na sua envolvente a menor densidade populacional, sempre que tecnicamente possíveis, sejam sob a forma de talude, projeção de barreiras acústicas para as zonas em que se preveja incumprimentos dos valores limite de exposição aplicáveis. Com a evolução da rede viária recomenda-se uma atualização do mapa de ruído e consequentemente o próprio PMRR de forma a caracterizar de forma mais precisa a evolução do tráfego e reajustar as medidas de minimização contidas no atual estudo.

As medidas de minimização a aplicar deverão ser faseadas, conforme já referido atrás, atuando numa primeira fase nas zonas em que se verificam incumprimentos superiores em 5 dB(A) aos valores limite aplicáveis. Numa segunda fase deverá ser avaliada a eficácia das medidas tomadas na primeira fase e ser efetuada uma nova análise do impacto destas medidas nas zonas nas quais os níveis de incumprimento se situavam abaixo dos 5 dB(A), verificando se persistem incumprimentos, caso se mantenham incumprimentos, equacionar e aplicar medidas de minimização específicas em função dos graus de incumprimento verificados tendo em conta as soluções técnicas disponíveis e respetivos custos de implementação.

No caso concreto do Município de Mafra, os incumprimentos registados da responsabilidade do município, são na sua maioria inferiores a 5 dB(A).

As medidas de redução propostas promovem em primeiro plano a atuação na fonte e no caminho emissor-recetor, e para os casos em que se verifique que estas medidas não se revelem suficientes, a atuação no recetor, nomeadamente com o reforço da fachada mais exposta do edificado, embora esta última medida seja de difícil execução, tendo de ser analisada e equacionada em função das condições de cada edifício.



**Quadro 9: Medidas de redução de ruído propostas no PMRR do Município de Mafra**

| MEDIDA DE REDUÇÃO | DESCRIÇÃO  | REDUÇÃO PREVISTA [dB(A)] | RECETORES SENSÍVEIS ONDE APLICAR   | OBSERVAÇÕES   |
|-------------------|--|--------------------------|--|---|
| a                 | Medições de som junto do recetor sensível, para aferição dos níveis sonoros. | -                        | Todos os recetores sensíveis.  | Não se trata de uma medida de redução de ruído. Com os mapas de ruído, identificaram-se os locais agora descritos. Importa validar, antes investir verbas em medidas de |
| b                 | Limitação de pesados   | até 4 dB(A)              | Todas as rodovias onde as entidades responsáveis entenderem como exequível.                                      | Medida bastante eficaz dadas as elevadas emissões de ruído que este tipo de transporte produz.  |
| c                 | Controlo de velocidade.  | Até 3 dB (A)             | Todas as rodovias com velocidade permitida $\geq 50$ km/h e as entidades responsáveis entenderem como exequível. | Velocidade controlada reduz as emissões sonoras.  |
| d                 | Pavimento absorvente.  | Até 3 dB (A)             | Rodovias com velocidade permitida $\geq 70$ km/h e após esgotadas as medidas anteriores.                         | Para velocidades superiores a redução é mais significativa.   |
| e                 | Reforço de fachada.  | Até 3 dB (A)             | Recetores sensíveis com isolamento de fachada deficiente   | Medida a implementar quando as restantes estiverem esgotadas.   |

As medidas apresentadas devem ser implementadas sequencialmente pela ordem apresentada na tabela. A mesma procurou seguir o critério de reduzir o ruído em primeiro na fonte e só depois no recetor. Foi também tida em conta a eficácia das medidas, face ao investimento envolvido.

As medidas no caminho serão de difícil aplicação, dada a reduzida distância entre o emissor e o recetor.

As reduções de ruído indicadas são indicativas, devendo as mesmas ser validadas em cenários de modelação adequados, quando nos planos de ação se definir as que vão ser implementadas.



## **6. FASES POSTERIORES**

### **6.1 PLANOS DE AÇÃO E MONITORIZAÇÃO**

Com base nas medidas propostas no presente PMRR, deve-se elaborar um plano de ação que vise a implementação destas, de modo faseado e monitorizado.

Após a campanha inicial de monitorização, para definição de quais os recetores sensíveis alvo de intervenção, segue-se a implementação das medidas preconizadas por etapas.

Em cada etapa deve ser quantificado o custo associado à medida realizada. Com a implementação de cada medida, deve-se realizar campanha de monitorização com dois objetivos; verificar a eficiência da medida implementada e no caso de ainda se verificar incumprimento do VLE, definir as necessidades de redução de ruído ainda existentes para as seguintes etapas.

Conforme é referido no PMRR, os recetores sensíveis para os quais não há verificação do VLE são essencialmente os que estão junto à berma de rodovias com tráfego mais elevado. Este aspeto deve ser tido em linha de conta nas análises custo / benefício que se realizarem. Indicadores como valor gasto por pessoa para verificação do VLE, ou outros análogos, expectavelmente terão custos elevados.

Situações de queixas de ruído proveniente de rodovias da responsabilidade do município e que não estejam elencadas no presente PMRR, devem também ser incluídas no mesmo processo de monitorização e implementação de medidas, caso se venha a confirmar a necessidade.



## 6.2 OUTROS PROJETOS DO MUNICÍPIO DE MAFRA

Ao longo dos últimos anos, o Município de Mafra tem procurado ativamente melhorar o ambiente sonoro, nas suas diversas vertentes. É o caso do projeto ativo de Controlo do Ruído emitido por estabelecimentos de diversão (bares, etc), existindo um Regulamento Municipal que estipula a obrigatoriedade de se estalar Limitador Sonoros para estes estabelecimentos críticos. O projeto iniciou-se na Ericeira, onde existe um número considerável de estabelecimentos com sistema de som e/ou espaço de dança perto de habitações domésticas, mas aplica-se neste momento a toda a área do município. Esta medida aplica-se na verificação do critério de incomodidade para atividades ruidosas permanentes, nos termos do artigo 13.º da alínea 1.b) do RGR.

### TÉCNICOS ENVOLVIDOS NO PMRR DO MUNICÍPIO DE MAFRA

#### EQUIPA DO MUNICÍPIO DE MAFRA:

Filomena Bexiga

Tânia Fernandes

#### EQUIPA DA SONOMETRIA:

João Pedro Silva

Nuno Medina

Vasco Gama

Assinado por: **JOÃO PEDRO FOUTO MARTINS DA SILVA**  
Num. de Identificação: 10324669  
Data: 2024.01.18 22:41:49+00'00'



Mafra, 18 de janeiro de 2024



## BIBLIOGRAFIA

- *"Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído"* - Agência Portuguesa do Ambiente e FEUP Laboratório de Acústica, abril de 2008;
- *"Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído, Versão 2"* – Instituto do Ambiente, junho de 2008;
- *"Tráfego 2005 Rede Rodoviária Nacional"* – EP, junho de 2006;
- *"O quadro Legal do Ruído Ambiente"* – Maria João Leite e Margarida Guedes, 14 novembro 2007;
- *"Poluição Sonora"* – Diploma de Formação Avançada em Engenharia Acústica – J.L. Bento Coelho, outubro 2007;
- *"Ruído Ambiente em Portugal"* - Direcção Geral do Ambiente;
- *"Projecto-Piloto de demonstração de mapas de ruído- escalas municipal e urbana"*, Maio 2004;
- *"Engineering Noise Control"*, David A.Bies; Colin H. Hansen;
- *"Environmental Acoustics"*, Leslie L.Doelle, McGraw-Hill;
- Norma Portuguesa NP 1730, *"Acústica - Descrição E Medição Do Ruído Ambiente"*, Instituto Português da Qualidade, 1996;
- Norma Portuguesa NP 1996 de 2011, *"Acústica - Descrição, Medição e Avaliação do Ruído Ambiente"*;
- Regime Legal sobre a poluição sonora – Decreto-Lei n.º9/2007, de 17 de Janeiro;
- *"Notas para Avaliação de Ruído em AIA e em Licenciamento"* - Direcção Geral do Ambiente;
- *"Recomendações para a seleção de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros"* - Direcção Geral do Ambiente;
- *"Diretrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias"* – Instituto do Ambiente;
- *"Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure"* - European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise;
- *"Recomendação da Comissão, de 6 de agosto de 2003, relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem com dados de emissões relacionados"* – (2003/613/CE).



## ANEXOS

ANEXO I - Mapa de zonamento acústico do Município de Mafra;

ANEXO II – Memória descritiva Mapas de Ruído para o Município de Mafra (21/11/2014);

ANEXO III - Mapa de ruído do Município de Mafra, situação existente – indicador  $L_{den}$  (diurno – entardecer – noturno);

ANEXO IV - Mapa de ruído do Município de Mafra, situação prevista – indicador  $L_n$  (noturno);

ANEXO V - Mapa de ruído do Município de Mafra, situação prospetiva – indicador  $L_{den}$  (diurno – entardecer – noturno);

ANEXO VI - Mapa de ruído do Município de Mafra, situação prospetiva – indicador  $L_n$  (noturno);

ANEXO VII - Mapa de conflito do Município de Mafra;

ANEXO VIII – Identificação das entidades responsáveis pelas rodovias;

ANEXO IX - Identificação dos recetores sensíveis no Município de Mafra expostos a valores limite de exposição superiores ao limite.