

Plano de Ação de Ruído de Matosinhos

Memória Descritiva

Referência do Relatório: 17_dbw_0009_R0026518-RelFinal_rev1

Data do Relatório: Março 2018

Nº. Total de Páginas (excluindo anexos): 76

Mod. 60-05.03

DBWAVE.I ACOUSTIC ENGINEERING, S.A.

LISBOA: Av. Prof. Dr. Cavaco Silva, 33, Edifício E – Taguspark, 2780-920 Porto Salvo | Tel: +351 214228950

PORTO (sede): Rua do Mirante 258, 4415-491 Grijó | Tel: +351 227471950

C.R.C. V. N. de Gaia - Cap. Social 187.500 Eur - Cont. n.º 513205993

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	2
2. ÂMBITO E OBJETIVOS	3
3. ENQUADRAMENTO LEGAL.....	3
4. DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIAS.....	6
4.1 DEFINIÇÕES.....	6
4.2 INDICADORES DE RUÍDO	10
5. DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO	12
6. MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO – RESUMO DOS DADOS DE ORIGEM.....	13
6.1 FONTES RODOVIÁRIAS ATUALIZADAS.....	14
6.2 RESULTADOS.....	15
7. ZONAMENTO ACÚSTICO	18
8. ENTIDADES COMPETENTES PELA EXECUÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO	19
9. MAPAS DE RUÍDO PARCIAIS.....	20
9.1 METODOLOGIA	20
9.2 CONTRIBUIÇÕES PARCIAIS DAS FONTES RODOVIÁRIAS	20
9.3 CONTRIBUIÇÕES PARCIAIS DAS FONTES INDUSTRIAIS	23
9.4 CONTRIBUIÇÕES PARCIAIS DA FONTE AÉREA	25
10. MAPAS DE CONFLITO	28
10.1 ÁREAS DE CONFLITO GLOBAIS	28
10.2 ÁREAS DE CONFLITO DAS FONTES RODOVIÁRIAS TUTELADAS PELO MUNICÍPIO	31
11. PLANO DE AÇÃO DE RUÍDO.....	34
11.1 CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO	34
11.2 ZONAS CRÍTICAS DE ATUAÇÃO.....	34
11.3 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO NAS FONTES GERIDAS PELO MUNICÍPIO DE MATOSINHOS	46
11.3.1 <i>Aplicação de medidas de redução nas várias situações.</i>	46
11.3.2 <i>Substituição de pavimento</i>	57
11.3.3 <i>Redução de velocidade - travessias pedestres sobrelevadas</i>	59
11.3.4 <i>Redução de velocidade - estreitamento de via</i>	59
11.3.5 <i>Redução de velocidade - rotundas</i>	60
11.3.6 <i>Redução do volume de tráfego</i>	61
11.3.7 <i>Promoção do uso de transportes públicos</i>	62
11.3.8 <i>Promoção do uso de transportes alternativos</i>	62
11.3.9 <i>Promoção do uso de veículos elétricos</i>	63
11.3.10 <i>Programa Living Lab de Matosinhos</i>	63
11.3.11 <i>Redução do volume de tráfego pesado</i>	65
11.3.12 <i>Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal</i>	65
11.4 QUANTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DAS FONTES RODOVIÁRIAS	67

11.5	QUANTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DAS FONTES INDUSTRIAIS	69
11.6	QUANTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DE OUTRAS FONTES	69
11.6.1	<i>Fonte aeroportuária</i>	69
11.6.2	<i>Fonte portuária</i>	70
11.7	ORÇAMENTAÇÃO E CALENDARIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	71
11.8	MONITORIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO	72
12.	CONCLUSÕES	73
13.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	75

ANEXOS:

- ANEXO 1 – MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO
- ANEXO 2 – MAPAS DE RUÍDO PARCIAIS
- ANEXO 3 – MAPAS DE CONFLITO – SEM PAR

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1 – Localização da área em estudo: Município de Matosinhos e respetivas freguesias.	12
Figura 6-1 – Distribuição espacial da rede rodoviária na área do Município.	15
Figura 6-2 – Mapa estratégico de ruído do município de Matosinhos – indicador L_{den} .	16
Figura 6-3 – Mapa de ruído estratégico do município de Matosinhos – indicador L_n .	17
Figura 9-1 – Mapa de ruído parcial das fontes rodoviárias – indicador L_{den} .	21
Figura 9-2 – Mapa de ruído parcial das fontes rodoviárias – indicador L_n .	21
Figura 9-3 – Mapa de ruído das fontes industriais PCIPs do Município– indicador L_{den} .	23
Figura 9-4 – Mapa de ruído das fontes industriais PCIPs do Município– indicador L_n .	24
Figura 9-5 – Mapa de ruído da fonte aérea do Município – indicador L_{den} .	25
Figura 9-6 – Mapa de ruído da fontes aérea do Município– indicador L_n .	26
Figura 10-1 – Mapa de Conflito do município – indicador L_{den} .	28
Figura 10-2 – Mapa de Conflito do município – indicador L_n .	29
Figura 10-3 – Mapa de Conflito das fontes de ruído rodoviárias tuteladas pelo município – indicador L_{den} .	31
Figura 10-4 – Mapa de Conflito das fontes de ruído rodoviárias tuteladas pelo município – indicador L_n .	32
Figura 11-1 – Esquema de constituição de travessia sobrelevada.	59
Figura 11-2 – Exemplos de estreitamento de via, com imagem do uso de pilaretes.	60
Figura 11-3 – Distribuição dos postos de carregamento elétricos no concelho de Matosinhos – Fonte Mobie.e	63

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 6-1 - Listagem das infraestruturas rodoviárias concessionadas pelo município.	14
Tabela 7-1 – Identificação do tipo de classificação acústica e dos respetivos valore-limite de exposição ao ruído ambiente exterior.....	18
Tabela 9-1 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias por entidade, segundo classe de exposição.	22
Tabela 9-2 – Quantificação da população exposta ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias por entidade, segundo classe de exposição.	22
Tabela 9-3 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente proveniente das fontes industriais, segundo classe de exposição.....	24
Tabela 9-4 – Quantificação da pop. exposta ao ruído ambiente proveniente das fontes industriais, segundo classe de exposição.....	25
Tabela 9-5 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente aéreo, segundo classe de exposição.	26
Tabela 9-6 – Quantificação da população exposta ao ruído ambiente aéreo, segundo classe de exposição.	27
Tabela 10-1 – Quantificação das áreas onde os valores-limite são ultrapassados, tendo em consideração toda a área como Não Classificada	29
Tabela 10-2 – Quantificação da população exposta onde os valores-limite são ultrapassados, tendo em consideração toda a área como Não Classificada	30
Tabela 10-3 – Quantificação das áreas onde os valores-limite são ultrapassados para o zonamento apresentado proveniente das fontes rodoviárias tuteladas pelo município. ..	32
Tabela 10-4 – Quantificação da população onde os valores-limite são ultrapassados para o zonamento apresentado proveniente das fontes rodoviárias tuteladas pelo município. ..	33

Plano de Ação de Ruído de Matosinhos

DESCRIÇÃO DO MODELO E RESULTADOS

Ficha Técnica

Designação do projeto	Plano de Ação de Ruído de Matosinhos
Cliente	Câmara Municipal de Matosinhos
Morada	Av. D. Afonso Henriques 4454-510 Matosinhos
Localização do projeto	Matosinhos
Fonte(s) de ruído particular	Fontes rodoviárias, industriais e aéreas
Data de emissão	Março 2018

Equipa Técnica

O presente trabalho foi elaborado pela seguinte equipa técnica:

- Luís Conde Santos, Eng. Eletrotécnico (IST), MSc. Sound and Vibration Studies (Un. Southampton) – Diretor Técnico do Laboratório
- Márcia Melro, Eng. do Ambiente (UAlg) – Técnica Superior

Colaboraram ainda:

- Jorge Preto, Eng. do Território (IST) – Técnico Superior
- Madalena Miranda, Eng.^a do Ambiente (FCT-UNL) - Técnica Superior
- Nuno Oliveira – Técnico de laboratório
- Pedro Ribeiro – Técnico de laboratório

1. INTRODUÇÃO

Há muito que o Ruído está identificado como um fator de degradação da qualidade de vida e da saúde das populações. Numerosos estudos têm concluído ser o ruído um problema ambiental preocupante, quer pelo seu impacto no ambiente em geral, quer acima de tudo na qualidade de vida das populações, nomeadamente nas aglomerações urbanas. Os meios de transporte, indispensáveis à vida económica e quotidiana, estão identificados como as principais fontes de ruído, destacando-se o tráfego rodoviário como principal fonte de contaminação acústica.

O impacto do ruído, principalmente o gerado pelos transportes é cada vez mais estudado e bem conhecido, bem como o seu impacto económico. No entanto, as políticas urbanas deparam-se com um desafio no que toca a integrar a questão do ambiente sonoro nos processos de criação e renovação da cidade. As dificuldades de implementar políticas de controlo de ruído estão relacionadas com o facto de que os projetos acústicos geralmente ocorrem muito tarde no processo, essencialmente numa visão de verificação, ao invés de surgirem numa fase de conceção das cidades em paralelo com urbanistas, arquitetos e paisagistas.

Esta abordagem integrada está em consonância com o espírito da Diretiva Europeia de Ruído de 2002 - Diretiva n.º 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, a partir da qual derivam os mapas de ruído e os Planos de Ação de Ruído Ambiente. Na verdade, a diretiva prioriza a noção de ação preventiva sobre fontes de ruído para melhorar o ambiente sonoro, enquanto as regulamentações pré-existentes são baseadas na noção de proteção contra o ruído e em soluções técnicas corretivas.

Neste sentido, torna-se necessário os municípios acautelarem, no âmbito das suas atribuições de ordenamento de território, os Planos de Ação de Ruído (PAR) em articulação com os Mapas de Ruído e com as cartas de classificação de zonas.

O PAR será submetido a consulta pública, conforme definido no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, antes da respetiva aprovação pela Assembleia Municipal. A sua aprovação vinculará as entidades públicas e particulares à execução das medidas nele contempladas.

2. ÂMBITO E OBJETIVOS

O presente documento tem como finalidade estabelecer o Plano de Ação de Ruído de Matosinhos e resulta de um trabalho que envolveu os seguintes aspetos principais:

1. Complementar o Mapa Estratégico de Ruído de Matosinhos elaborado em 2016, no que toca ao modelo digital de terreno e em termos de cartografia e edificado;
2. Introduzir e avaliar fontes de ruído não contempladas anteriormente, nomeadamente rodovias geridas pelo Município de Matosinhos;
3. Dar conta do zonamento acústico considerado para o projeto em causa;
4. Identificar as áreas em que os níveis sonoros ultrapassam os valores-limite estabelecidos pelo RGR, definir prioridades em termos de atuação e quantificar o excesso de níveis sonoros, tanto em termos de área exposta como de população exposta;
5. Identificar, quantificar as melhorias, orçamentar e calendarizar as medidas de redução de ruído a implementar.

3. ENQUADRAMENTO LEGAL

O Regulamento Geral de Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de Março e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto, estipula a obrigatoriedade de elaboração de planos municipais de redução de ruído estabelecendo que, em municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100.000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2.500 hab/km², a gestão dos problemas e efeitos do ruído incluindo a sua redução são assegurados através de Planos de Ação de Ruído (PAR).

O Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho, que transpõe para o direito nacional a diretiva n.º 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente tem por objetivo reduzir o número de pessoas expostas ao ruído e melhorar a qualidade do ambiente acústico, que estabeleceu como competências dos municípios:

- A elaboração de mapas estratégicos de ruído que determinem a exposição ao ruído ambiente exterior, com base em métodos de avaliação harmonizados ao nível da União Europeia;
- A prestação de informação ao público sobre o ruído ambiente e seus efeitos;
- A aprovação de planos de ação baseados nos mapas estratégicos de ruído a fim de prevenir e reduzir o ruído ambiente sempre que necessário e em especial quando os níveis de exposição sejam suscetíveis de provocar efeitos prejudiciais para a saúde humana e de preservar a qualidade do ambiente acústico

Os trabalhos apresentados no presente documento baseiam-se nas disposições legais do Decreto-Lei n.º 146/2006, abrangendo os critérios estipulados neste último em matéria de planos de redução de ruído:

Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de julho

Artigo 4.º (Capítulo I)

Competência

1 — *Compete, no âmbito do presente decreto-lei:*

- a) *Aos municípios elaborar, aprovar e alterar os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação para as aglomerações;*
- b) *Às entidades gestoras ou concessionárias de infra-estruturas de transporte rodoviário, ferroviário ou aéreo elaborar e rever os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação das grandes infra-estruturas de transporte, respectivamente, rodoviário, ferroviário e aéreo;*
- c) *(...)*

2 — *A elaboração dos mapas estratégicos de ruído e dos planos de ação para as aglomerações compete aos serviços municipais e as respectivas aprovação e alteração competem à assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal.*

Artigo 8.º (Capítulo II)

Conteúdo dos Planos de Ação

1 — *Os planos de ação são elaborados de acordo com o disposto no anexo V do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante, e incluem um resumo elaborado nos termos dos n.os 1.8 e 2.8 do anexo VI do presente decreto-lei, do qual faz parte integrante.*

2 — *Os planos de ação devem ainda identificar as medidas a adoptar prioritariamente sempre que se detectem, a partir dos respectivos mapas estratégicos de ruído, zonas ou receptores sensíveis onde os indicadores de ruído ambiente Lden e Ln ultrapassam os valores limite fixados no Regulamento Geral do Ruído.*

Artigo 10.º (Capítulo II)

Elaboração e aprovação dos planos de ação

4 — *São elaborados planos de ação destinados a gerir os problemas e efeitos do ruído, bem como, quando necessário, a reduzir a sua emissão, relativamente à situação no ano civil de 2011, nas seguintes zonas e condições:*

- d) a) *Envolventes das grandes infra-estruturas de transporte rodoviário com mais de 3 milhões de passagens de veículos por ano, das grandes infra-estruturas de transporte ferroviário com mais de 30 000 passagens de comboios por ano, para as quais tenham sido elaborados mapas estratégicos de ruído;*
- e) b) *Agglomerações com mais de 100 000 habitantes.*

5 — *Os planos de ação previstos na alínea a) do número anterior são elaborados e enviados ao IA até 28 de Fevereiro de 2013, que os aprova até 18 de Julho de 2013, sem prejuízo da faculdade de solicitar a apresentação de elementos adicionais ou a correcção dos elementos inicialmente apresentados destinados a garantir o cumprimento do disposto no artigo 8º.*

6 — *Os planos de ação previstos na alínea b) do n.º4, depois de elaborados e aprovados, são enviados ao IA até 31 de Março de 2013.*

7 — *Os planos de ação de zonas fronteiriças são elaborados em colaboração com as autoridades competentes do Estado vizinho.*

8 — *A execução das medidas de redução de ruído e acções incluídas nos planos de ação relativos às aglomerações é da responsabilidade de cada entidade gestora ou da concessionária da fonte de ruído em causa.*

Artigo 13.º (Capítulo III)

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave Mod. 60-05.03

Informação ao público

- 1 — Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados são disponibilizados e divulgados junto do público, acompanhados de uma síntese que destaque os elementos essenciais, designadamente através das tecnologias de informação electrónica.*
- 2 — Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados estão igualmente disponíveis para consulta nas câmaras municipais da área territorial por eles abrangida, no IA e junto das demais entidades referidas no artigo 4.*

Artigo 14.º (Capítulo III)

Participação do público nos planos de ação

- 1 — As entidades competentes para a elaboração e revisão dos planos de ação são responsáveis pela realização da consulta pública no respectivo procedimento, cabendo-lhes decidir, em função da natureza e complexidade do plano, a extensão do período de consulta pública, o qual não pode ser inferior a 30 dias.*
- 2 — A consulta pública tem lugar antes da aprovação do plano e inicia-se pela publicação de anúncio em órgãos de comunicação social, do qual constam o calendário em que decorre a consulta, os locais onde o projecto de plano pode ser consultado e a forma de participação dos interessados.*
- 3 — Para efeitos da consulta referida nos números anteriores, é facultado ao público o projecto de plano, acompanhado de uma síntese que destaque os seus elementos essenciais, o qual está disponível junto da entidade responsável pela sua elaboração e nas câmaras municipais da área territorial por ele abrangidas.*
- 4 — Findo o período de consulta pública, a entidade responsável elabora a versão final do plano, tendo em consideração os resultados da participação pública.*
- 5 — O processo relativo à consulta é público e fica arquivado nos serviços da entidade competente para a elaboração e revisão do plano de ação. (...)*

4. DEFINIÇÕES E TERMINOLOGIAS

Neste ponto, apresentam-se os conceitos e terminologias mais comuns no domínio da acústica ambiental, relevantes no contexto dos Planos de Ação de Ruído e, que serão abordados ao longo do presente documento.

4.1 DEFINIÇÕES

De seguida apresentam-se algumas definições importantes relativas aos conteúdos abordados no plano de redução de ruído:

- **Absorção Sonora** – fenómeno físico que traduz a atenuação parcial da energia de uma onda sonora por um elemento;
- **Atividade ruidosa permanente** – a atividade desenvolvida com carácter permanente, ainda que sazonal, que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se fazem sentir os efeitos dessa fonte de ruído, designadamente laboração de estabelecimentos industriais, comerciais e de serviços;
- **Atividade ruidosa temporária** – a atividade que, não constituindo um ato 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, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados;
- **Acústica** – ciência que analisa a produção, o controlo, a transmissão e a receção do som bem como os efeitos do ruído no fenómeno da audição;
- **Aglomeracão** – um Município com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes por quilómetro quadrado (conforme o DL n.º 146/2006);
- **Amplitude** – a amplitude de uma onda sonora corresponde à medida do desfasamento entre a posição de equilíbrio de uma partícula de ar em vibração e a sua posição no momento da medição. A amplitude de uma onda sonora representa a sua variação máxima de pressão;
- **Área do Mapa** – Área onde se pretende conhecer os níveis sonoros;
- **Área de Estudo** – A área de estudo, é uma área que geralmente é superior à área do mapa, onde poderão existir fontes de ruído que, apesar de se localizarem fora da área do mapa, poderão ter influência nos níveis sonoros aí existentes;
- **Asfalto** – o asfalto ou betão betuminoso é um revestimento rodoviário constituído por uma mistura de inertes de diferente granulometria e ligante;
- **Avaliação** – a quantificação de um indicador de ruído ou dos efeitos prejudiciais a ele associados;
- **Avaliação acústica** – a verificação da conformidade de situações específicas de ruído com os limites fixados;
- **CCZ** – Carta de Classificação de Zonas;
- **Difração sonora** – fenómeno físico que traduz o fracionamento de uma onda sonora por um obstáculo. Este fenómeno existe sempre que o comprimento da onda sonora é da mesma ordem de grandeza do obstáculo que encontra;
- **Efeitos prejudiciais** – os efeitos nocivos para a saúde e bem-estar humanos;

- **Espaço tampão** – área existente entre a fonte de ruído e um receptor cujo único objetivo consiste na atenuação do ruído;
- **Efeitos prejudiciais** – os efeitos nocivos para a saúde e bem-estar humanos;
- **Espaço tampão** – área existente entre a fonte de ruído e um receptor cujo único objetivo consiste na atenuação do ruído;
- **Fonte de ruído** – a ação, atividade permanente ou temporária, equipamento, estrutura ou infraestrutura que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem habite ou permaneça em locais onde se faça sentir o seu efeito;
- **Fonte de ruído pontual** – quando a dimensão da fonte sonora em relação ao seu receptor, localizado a uma distância d , se pode assemelhar a um ponto, esta denomina-se *Fonte Pontual*. Quando uma fonte desta natureza se localiza próximo do solo, a energia emitida propaga-se segundo um semi-hemisfério e o nível de pressão sonora L_p diminuirá cerca de 6 dB sempre que a distância à fonte duplica (esta atenuação indicada só contabiliza a influência da divergência geométrica da distância e ou outros fatores que também estão envolvidos na atenuação sonora não são levados em consideração);
- **Fonte de ruído linear** – quando a origem do som se assemelha a uma linha, por exemplo, o tráfego rodoviário resulta da junção de múltiplas fontes pontuais que emitem ruído num período simultâneo. O resultado da reunião de todas estas fontes pontuais ao longo de uma estrada pode-se assemelhar a uma Fonte Linear. Neste caso, a energia acústica propaga-se segundo um semi-tronco cilíndrico e o nível de pressão sonora L_p diminuirá 3 dB quando a distância à fonte duplica (esta atenuação indicada só contabiliza a influência da divergência geométrica da distância e ou outros fatores que também estão envolvidos na atenuação sonora não são levados em consideração);
- **Frequência** – é uma grandeza que caracteriza a cadência de oscilações das partículas de ar. Quanto mais rapidamente vibram, mais elevada será a frequência correspondente. A unidade de medida é o *hertz* (Hz) que representa o número de vibrações por segundo (ciclos/s).
- **Grande infraestrutura de transporte aéreo** – o aeroporto civil, identificado como tal pelo *Instituto Nacional de Aviação Civil*, onde se verifiquem mais de 50.000 movimentos por ano (em Portugal e no ano de 2007, só o aeroporto de Lisboa reuniu estas condições), considerando-se um movimento uma aterragem ou uma descolagem, salvo os destinados exclusivamente a ações de formação em aeronaves ligeiras;
- **Grande infraestrutura de transporte ferroviário** – o troço ou conjunto de troços de uma via-férrea regional, nacional ou internacional, identificados como tal pelo *Instituto Nacional de Transporte Ferroviário* (INTF), onde se verifiquem mais de 30.000 passagens de comboios por ano;
- **Grande infraestrutura de transporte rodoviário** – o troço ou conjunto de troços de uma estrada municipal, regional, nacional ou internacional, identificados por um Município ou pela EP – Estradas de Portugal, E. P. E., onde se verifiquem mais de três milhões de passagens de veículos por ano;
- **Indicador de ruído** – parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma possível relação com um efeito prejudicial;
- **Infraestrutura de transporte** – a instalação e meios destinados ao funcionamento de transporte aéreo, ferroviário ou rodoviário;
- **Intervalo de tempo de longa duração** – intervalo de tempo especificado para o qual os resultados das medições são representativos. O intervalo de tempo de longa duração consiste em série de intervalos de tempo de referência, e é determinado com o fim de descrever o ruído ambiente, sendo, geralmente, fixado pelas autoridades responsáveis;
- **Intervalo de tempo de medição** – intervalo de tempo ao longo do qual se integra e determina a média quadrática da pressão sonora (em geral, ponderada A);

- **Intervalo de tempo de referência** – intervalo de tempo a que se pode referir o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A. Pode ser especificado nas normas internacionais ou nacionais ou pelas autoridades locais para abranger as atividades humanas típicas e as variações dos modos de funcionamento das fontes sonoras;
- **Mapas de Conflito** – Mapas em que se representa as diferenças entre os níveis de ruído e os valores limite definidos para uma dada zona;
- **Mapa de ruído** – descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores L_{den} e L_n , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);
- **Mapa de ruído parcial** – descritor do ruído ambiente exterior correspondente a uma determinada área parcial do total do território dum Município, 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);
- **Mapa de ruído sectorial** – descritor do ruído ambiente exterior para um determinado sector de atividade e/ou entidade, 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);
- **Mapa estratégico de ruído** – mapa para fins de avaliação global da exposição ao ruído ambiente exterior, em determinada zona, devido a várias fontes de ruído, ou para fins de estabelecimento de previsões globais para essa zona (conforme o DL n.º 146/2006);
- **PDM** – Plano Diretor Municipal;
- **Período de referência** – o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, delimitado nos seguintes termos (conforme o DL n.º 9/2007):
 - Período diurno — das 7 às 20 horas;
 - Período do entardecer — das 20 às 23 horas;
 - Período noturno — das 23 às 7 horas;
- **Planeamento acústico** – o futuro controlo de ruído através de medidas programadas; inclui o ordenamento de território, engenharia de sistemas para o tráfego, planeamento do tráfego, redução por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo de ruído na fonte;
- **Plano de ação** – documento planificador destinado a gerir o ruído no sentido de minimizar os problemas resultantes, nomeadamente pela redução do ruído;
- **PMOT** – Plano Municipal de Ordenamento do Território;
- **PMMR** – Plano Municipal de Redução de Ruído;
- **PP** – Plano de Pormenor;
- **Propagação sonora em campo difuso** – propagação de um ruído num meio com obstáculos nos quais o ruído reflete total ou parcialmente. O nível sonoro no recetor depende não só da onda sonora emitida pela fonte, mas também do nível sonoro das ondas refletidas no meio de propagação.
- **Propagação sonora em campo livre** – propagação de um ruído num meio sem obstáculos significativos que possam interagir com o seu nível sonoro. O nível sonoro desse ruído depende quase exclusivamente da distância entre a fonte sonora e o recetor.
- **PU** – Plano de Urbanização;

- **Recetor** – pessoa ou grupo de pessoas que estão (ou que se vê prevê venham a estar) expostas ao ruído ambiente;
- **Recetor sensível** – o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;
- **REFER** – Rede Ferroviária Nacional, EP;
- **Revestimento de pavimento** – camada superficial da estrutura de um pavimento de uma via rodoviária que pode apresentar diversas texturas;
- **RGR** – Regulamento Geral do Ruído (Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de janeiro);
- **RJIGT** – Regime Jurídico dos Instrumentos de Gestão Territorial;
- **RMR** – Regulamento Municipal de Ruído;
- **RRAE** – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios;
- **RsAA** – Regulamento sobre o Ambiente Acústico;
- **Rugosidade de pavimentos** - Irregularidades produzidas pelas dimensões, forma e angularidade de um agregado.
- **Ruído** – sons desagradáveis, não desejados ou sem conteúdo informativo para o ouvinte, classificados de uma forma qualitativa;
- **Ruído aéreo** – ruído de uma fonte que emite e se propaga através do ar;
- **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 de impacto ou ruído de percussão** – ruído proveniente de um choque num elemento construtivo (pavimento, parede, etc.);
- **Ruído de rolamento** – ruído gerado pelo contacto entre os pneus de um veículo e o revestimento de um pavimento rodoviário;
- **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 emergente** – termo utilizado sempre que o nível sonoro de um ruído específico é significativamente superior ao ruído de fundo;
- **Ruído particular ou Ruído Perturbador** – componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;
- **Ruído residual (ou Ruído de Fundo)** – o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada;
- **Valor limite** – valor que, conforme determinado pelo Estado-membro (em Portugal correspondente aos valores impostos para zonas sensíveis ou mistas), caso seja excedido, será ou poderá ser objeto de medidas de redução por parte das autoridades competentes;
- **Zona de ruído** – região onde o nível de avaliação médio de longa duração se situa entre dois níveis especificados, como por exemplo entre 65 e 70 dB (A). O número da zona de igual nível deste exemplo é 65 – 70 dB(A);

- **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 tranquila de uma aglomeração** – uma zona delimitada pela câmara municipal, no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que está exposta a um valor de L_{den} igual ou inferior a 55 dB(A) e de L_n igual ou inferior a 45 dB(A), como resultado de todas as fontes de ruído existentes;
- **Zona tranquila em campo aberto** – uma zona delimitada pela câmara municipal, no âmbito dos estudos e propostas sobre ruído que acompanham os planos municipais de ordenamento do território, que não é perturbada por ruído de tráfego, de indústria, de comércio, de serviços ou de atividades recreativas;
- **Zona urbana consolidada** – a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

4.2 INDICADORES DE RUÍDO

Um som ou ruído origina-se na variação da pressão de ar, criando estímulos às partículas adjacentes até chegarem ao ouvido. Desta forma, ao nível de pressão sonora (L_p) corresponde a alteração da pressão do ar relativamente ao valor médio da pressão atmosférica, quando comparada com um valor de referência.

Essas alterações, abrangem uma grande amplitude, podendo variar entre 0 e 1.000.000. Na impossibilidade de utilização de uma escala linear, estabeleceu-se uma relação logarítmica entre os 0 e 120 dB, correspondendo 0 dB ao limiar de audição e 120 dB ao limiar da dor.

Dado a resposta do ouvido humano não ser a mesma em todas as frequências, criou-se um filtro nos equipamentos de medida que simulasse a resposta do ouvido humano ao se efetuar medições sonoras. Assim, para a simulação da audição humana o filtro usado é a curva de ponderação A, sendo essa a razão porque se utiliza a unidade dB(A) ou o parâmetro LA.

Neste contexto, apresentam-se os seguintes indicadores:

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,

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

sendo:

$L(t)$ o valor instantâneo do nível sonoro em dB (A);

T o período de tempo considerado.

Nível de ruído diurno-entardecer-noturno, L_{den} , indicador expresso em dB(A), e associado ao incómodo global apresentado no Regulamento Geral do Ruído:

$$L_{den} = 10 \log_{10} \frac{1}{24} \left(13 \times 10^{\frac{L_d}{10}} + 3 \times 10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8 \times 10^{\frac{L_n+10}{10}} \right)$$

sendo:

L_d (ou L_{dia}) – é o indicador de ruído diurno, ou seja, o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano. Está associado ao incómodo durante o período diurno - L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente diurno;

L_e (ou $L_{entardecer}$) – é o indicador de ruído do entardecer, ou seja, o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano. Está associado ao incómodo durante o período do entardecer - L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente do entardecer;

L_n (ou L_{noite}) – é o indicador de ruído noturno, ou seja, o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos noturnos representativos de um ano. Está associado ao incómodo durante o período noturno - L_{Aeq} de longa duração do ruído ambiente noturno.

5. DESCRIÇÃO DO MUNICÍPIO

Ocupando uma área de 62,4 km² e com uma população de 175 478 habitantes, de acordo com os censos de 2011, o concelho é subdividido em 4 freguesias. O município é limitado a norte pelo município de Vila do Conde, a nordeste pela Maia, a sul pelo Porto e a oeste tem costa no oceano Atlântico.

Matosinhos, juntamente com os concelhos vizinhos do Porto e de Vila Nova de Gaia, forma a Frente Atlântica do Porto, que constitui o núcleo populacional mais urbanizado da Área Metropolitana do Porto, situado no litoral, delimitado, a oeste, pelo Oceano Atlântico.

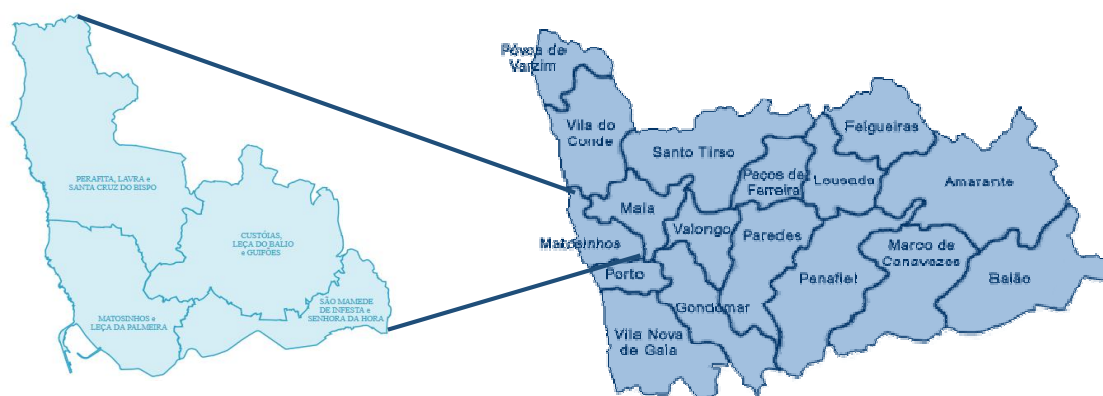


Figura 5-1 – Localização da área em estudo: Município de Matosinhos e respetivas freguesias.

O município de Matosinhos é servido por uma importante rede de transportes. A infraestrutura terrestre de acesso é composta por autoestradas, sistema de estradas nacionais e rede de metropolitano ligeiro. No litoral da cidade de Matosinhos, situa-se o porto de Leixões, o segundo maior porto artificial de Portugal, importante infraestrutura portuária. Parte do aeroporto internacional do Porto abrange os limites municipais e, por isso o concelho é também influenciado pela atividade aeroportuária. De notar que em matéria de ruído ambiente, estas infraestruturas são importantes fontes de ruído. Para além das infraestruturas de transporte, as indústrias são outra componente importante em matéria de ruído ambiente: as suas indústrias de relevo são a petroquímica, as indústrias alimentares e conserveiras.

6. MAPA ESTRATÉGICO DE RUÍDO – RESUMO DOS DADOS DE ORIGEM

O presente trabalho foi desenvolvido tomando por base o Mapa Estratégico de Ruído (MER) de Matosinhos, elaborado no ano de 2016. Aquando da caracterização do ambiente sonoro do concelho de Matosinhos, no âmbito do MER, foi elaborado o mapa de ruído do concelho considerando os grandes eixos rodoviários, A28, A41, EN 14, A3, A4, VRI, o Aeroporto Sá Carneiro e as indústrias abrangidas por PCIP (Programa de Controlo Integrado da Poluição). A metodologia adotada na elaboração MER teve assim por base os seguintes pressupostos:

- Os mapas de ruído do concelho de Matosinhos foram produzidos utilizando o software CadnaA baseados em dados de 2011, fornecidos pelas GIT's.
 - Os dados relativos ao tráfego e características de cada uma das GIT's, foi da responsabilidade de cada concessionário.
- Para o cálculo do ruído proveniente das unidades PCIP, foram assumidos valores por defeito para cada tipo de indústria de acordo com o sugerido no documento "WG-AEN 004.2007.doc."
 - Refinaria da Petrogal;
 - Unicer;
 - Gérmen (moagem de cereais);
 - Peixinho, SA / Soldex (Fundição, estiragem e laminagem de metais não ferrosos);
 - Gasin – fabricante de gases industriais;
- Os mapas foram produzidos utilizando a cartografia digital da Câmara Municipal de Matosinhos.
- Todos os mapas contêm as isolinhas afastadas de 5 dB(A) desde as bandas mais baixas à mais alta e o código de cores utilizado foi o proposto pela APA nas Diretrizes para "Elaboração de Mapas de Ruído, Versão 2011".
- Os mapas foram produzidos numa escala de 1:10.000 e calculados a 4m da altura do solo, conforme previsto pelo DL 146/2006.
- Foi assumida uma altura para todos os edifícios do concelho de que a Câmara municipal dispunha do n.º de pisos, tendo sido assumida uma altura média por piso de 2.8 m.

No âmbito deste projeto, foram realizadas alterações ao Mapa Estratégico de Ruído datado de 2016, de forma a atualizar e melhor completar a base de trabalho que deu origem ao presente Plano de Ação de Ruído.

Em termos de cartografia, as alterações passaram pela atualização de edifícios e muros, de modo a melhorar o modelo acústico. Foi com base na planimetria que a densidade populacional foi calculada, de uma forma expedita, no software CadnaA, determinando o número de habitantes em cada edifício a partir do seu volume, de modo a poder obter a resultados de população exposta aproximados com base nos níveis de ruído incidentes na fachada de cada edifício.

Complementaram-se ainda as fontes de ruído, incluindo as principais fontes rodoviárias tuteladas pelo município, que durante a realização do MER não tinham sido contempladas. Essas mesmas fontes encontram-se identificadas no ponto seguinte. Algumas fontes de ruído industriais foram igualmente atualizadas quanto à emissão de potência sonora, com base em medições de ruído ambiente. Estes dados foram fornecidos pelas indústrias Unicer, Germen e Gaisin.

6.1 FONTES RODOVIÁRIAS ATUALIZADAS

Durante a elaboração do Plano de Ação foi atualizada a base do MER com algumas das fontes rodoviárias concessionadas pelo município. A escolha destas vias foi feita pelo município e teve por base os eixos mais estáveis e com maiores fluxos de tráfego gerados, abrangendo diferentes zonas da geografia concelhia. Em posteriores fases de revisão dos planos, outras vias importantes poderão ser contempladas no âmbito do Plano de Ação de Ruído.

Aquando da introdução destes novos elementos, o modelo foi validado através de contagens de tráfego e medições de ruído realizadas “in situ” com várias amostragens de duração adequada à variabilidade dos níveis de ruído existente ao longo de intervalos curtos, bem como medições acústicas de longa duração. A tabela seguinte identifica e caracteriza as fontes rodoviárias contempladas nesta atualização.

Tabela 6-1 - Listagem das infraestruturas rodoviárias concessionadas pelo município.

Identificação da rodovia	Entidade Responsável	Tráfego Médio Horário (veículos/h)			Pesados (%)			Velocidade Máxima (km/h)	
		Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite	Ligeiros	Pesados
Av. Antunes Guimarães	Município	497.0	339.0	189.0	8.0	5.0	4.0	50	50
Av. da Liberdade - Leça	Município	497.0	339.0	189.0	8.0	5.0	4.0	50	50
Av. da República	Município	516.0	357.0	163.0	6.0	2.0	5.0	40	40
Av. da República	Município	516.0	357.0	163.0	6.0	2.0	5.0	40	40
Av. do Conde	Município	754.0	389.0	330.0	11.0	6.0	4.0	30	30
Av. Eng. Duarte Pacheco	Município	1062.0	936.0	839.0	9.0	7.0	4.0	60	50
Av. Xana Gusmão	Município	723.0	610.0	566.0	1.0	1.0	1.0	40	30
Final A4 - sentido Amarante	Município	600.0	595.0	158.0	28.0	26.0	26.0	70	60
Final A4 - sentido Matosinhos	Município	737.0	713.0	134.0	3.0	2.0	2.0	77	60
Rua 5 de Outubro	Município	922.0	1128.0	667.0	5.0	2.0	2.0	40	30
Rua Alto do Viso	Município	250.0	202.0	188.0	4.0	1.0	1.0	50	50
Rua D. Pedro IV	Município	804.0	466.0	168.0	3.0	1.0	1.0	50	40
Rua da Agudela	Município	633.0	351.0	138.0	3.0	2.0	1.0	50	50
Rua da Agudela	Município	633.0	351.0	138.0	3.0	2.0	1.0	50	50
Rua de Almeiriga Norte	Município	711.0	366.0	140.0	3.0	2.0	2.0	50	40
Rua de Custio	Município	501.0	343.0	281.0	11.0	3.0	1.0	50	50
Rua de Gondivai	Município	519.0	373.0	300.0	12.0	5.0	2.0	50	50
Rua de Araújo	Município	519.0	373.0	300.0	12.0	5.0	2.0	50	50
Rua de Recarei	Município	569.0	458.0	222.0	1.0	1.0	1.0	50	50
Rua Silva Brinco	Município	741.0	595.0	513.0	6.0	2.0	1.0	40	40
Rua Silva Brinco	Município	741.0	595.0	513.0	6.0	2.0	1.0	40	40
Rua Godinho Faria	Município	621.0	534.0	411.0	8.0	5.0	2.0	40	40
Rua Nova do Seixo	Município	693.0	453.0	272.0	4.0	3.0	5.0	50	50
Rua Roberto Ivens	Município	383.0	297.0	72.0	5.0	3.0	5.0	25	25
Rua Serpa Pinto	Município	888.0	823.0	622.0	9.0	7.0	7.0	30	30

A figura mais abaixo identifica a rede de fontes rodoviárias consideradas neste Plano. A roxo, encontram-se representadas os grandes eixos rodoviários estratégicos contemplados no MER e que são concessionados por entidades privadas. A verde, encontram-se representadas as fontes rodoviárias da responsabilidade da Câmara Municipal de Matosinhos que vieram complementar o Mapa Estratégico de Ruído, em termos de ruído rodoviário do concelho.

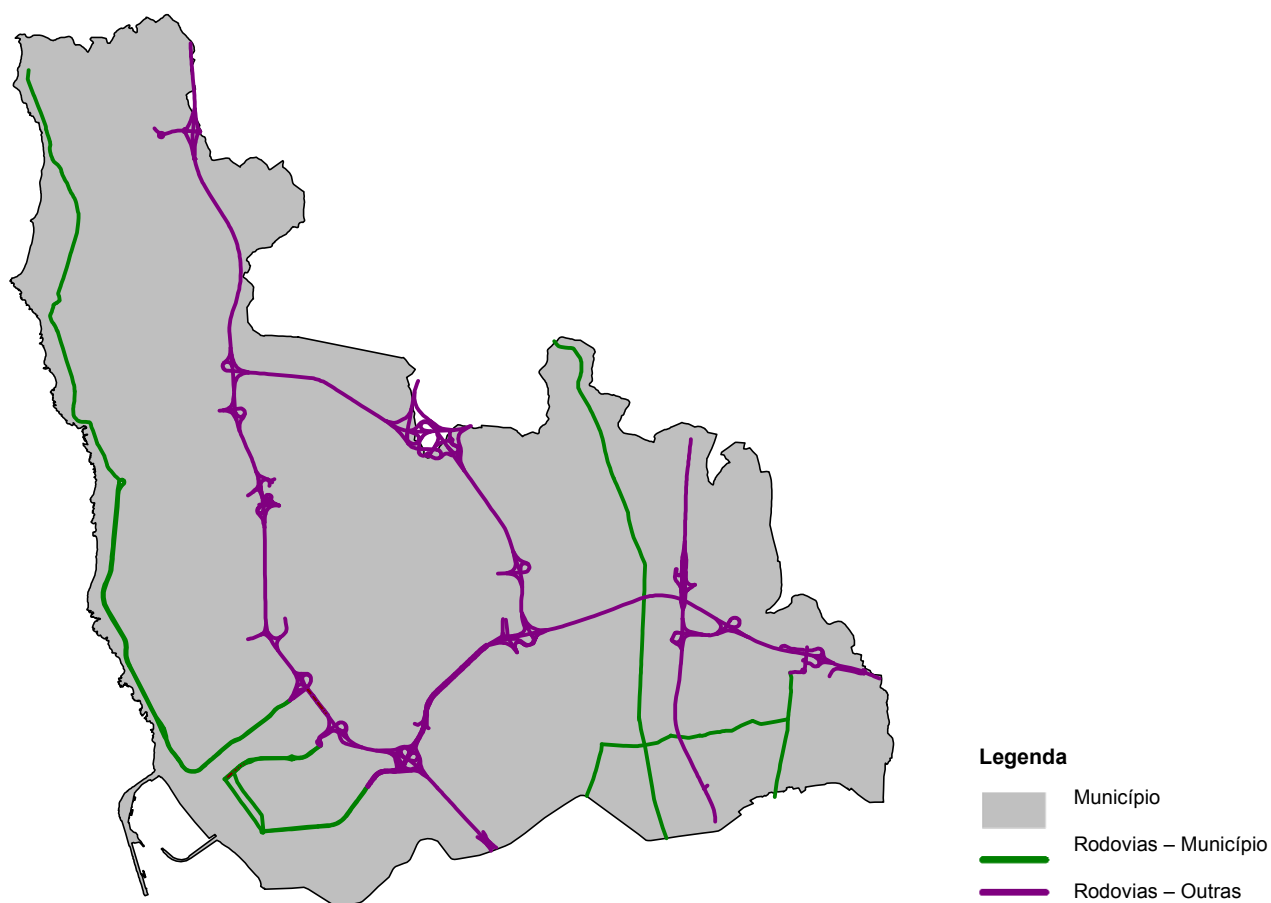


Figura 6-1 – Distribuição espacial da rede rodoviária na área do Município.

6.2 RESULTADOS

Com base no exposto anteriormente, obtém-se como resultado os Mapas de Ruído referentes aos indicadores L_{den} e L_n , apresentados mais abaixo nas figuras 6-2 e 6-3 e no Anexo 1, constituindo estes a situação de partida do diagnóstico acústico e consequentemente a base de trabalho para o presente Plano de Ação de Ruído.

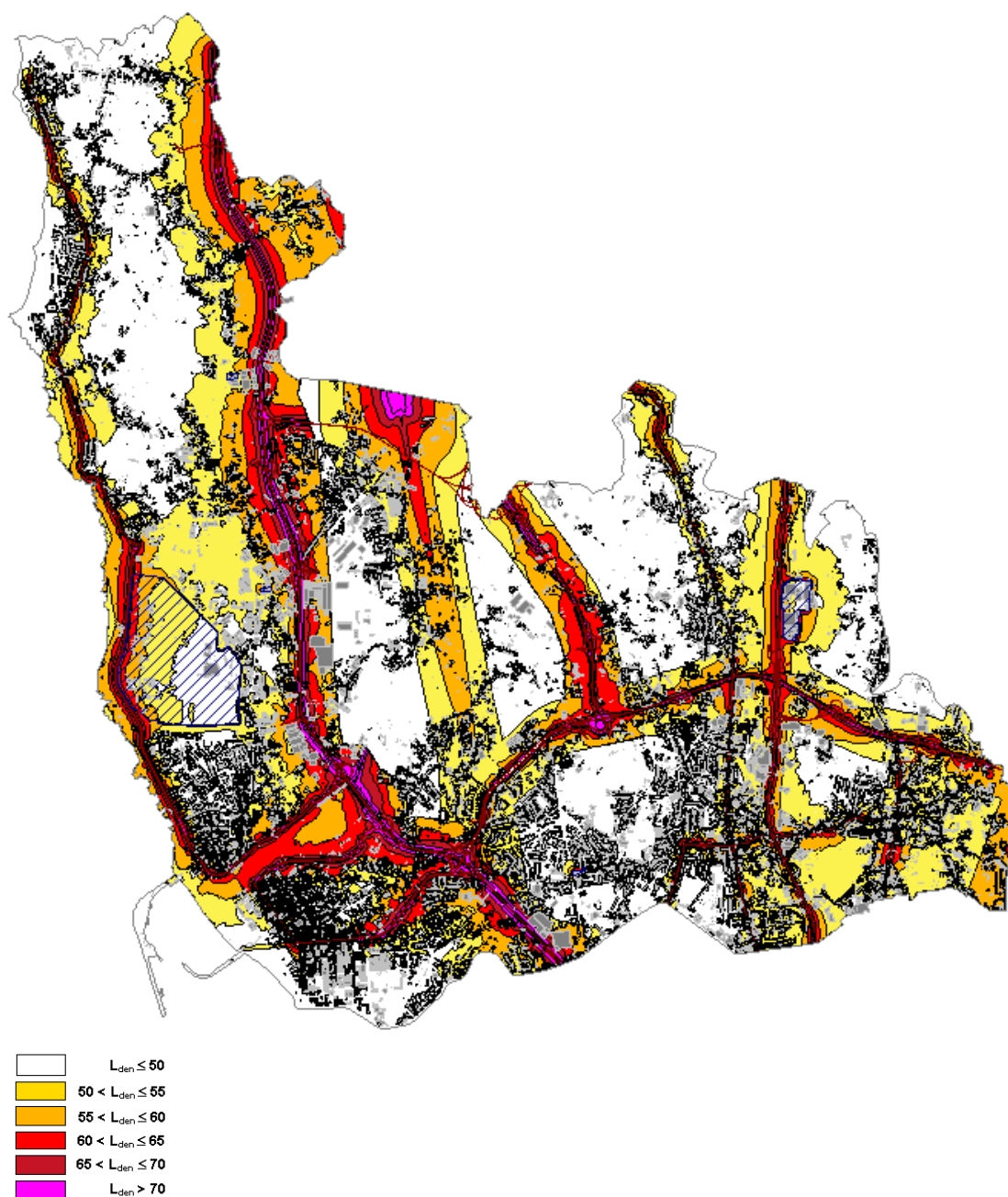


Figura 6-2 – Mapa estratégico de ruído do município de Matosinhos – indicador L_{den}

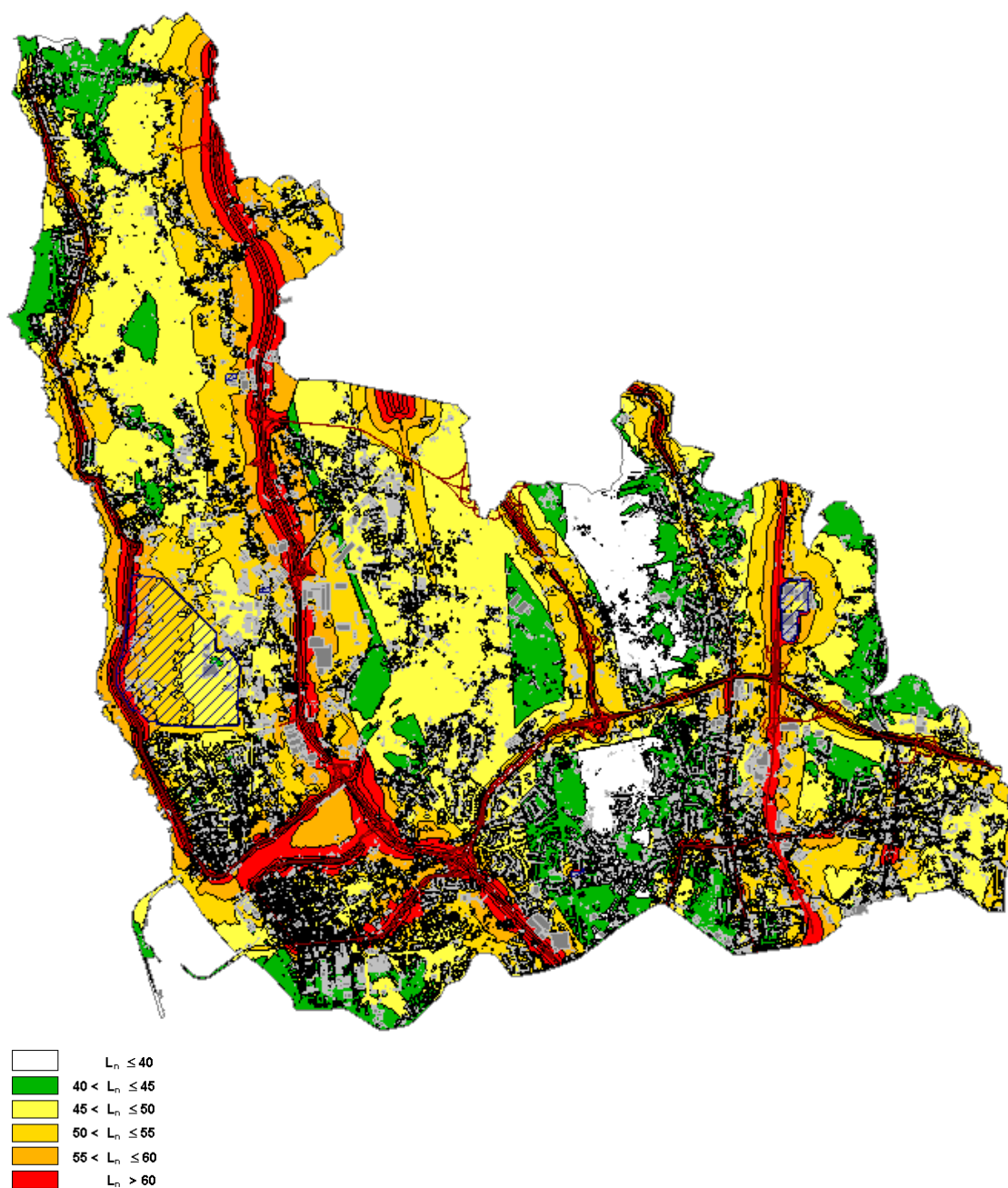


Figura 6-3 – Mapa de ruído estratégico do município de Matosinhos – indicador L_n

7. ZONAMENTO ACÚSTICO

À presente data, o zonamento acústico encontra-se em desenvolvimento pelo município de Matosinhos em colaboração com uma entidade externa, pelo que para efeitos do presente Plano de Ação ainda não se possui uma classificação de zonas.

Desta forma, para o presente estudo, toda a área do concelho será considerada como Zona Não Classificada, de acordo com os valores apresentados na tabela mais abaixo.

Esta classificação irá ser tomada como temporária, uma vez que numa futura revisão de Plano de Ação, previsivelmente, o zonamento acústico definitivo já se encontrará em vigor.

**Tabela 7-1 – Identificação do tipo de classificação acústica e dos respetivos
valore-limite de exposição ao ruído ambiente exterior.**

Classificação de Zonas	L_{den} dB(A)	L_n dB(A)
Zonas Mistas	63	55
Zonas Sensíveis	55	45
Zonas Sensíveis próximas de GIT existentes	65	55
Zonas Não Classificadas	63	53
Recetores Isolados Mistos/Sensíveis	65/55	55/45

Uma vez que ainda não foi concluída nenhuma classificação acústica do município e não conhecendo as zonas sensíveis existentes e previstas, não foram neste estudo apresentadas medidas estratégicas de preservação de zonas sensíveis existentes, nem definidas medidas preventivas para a preservação da qualidade do ambiente acústico em zonas sensíveis previstas.

8. ENTIDADES COMPETENTES PELA EXECUÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

Este ponto apresenta as entidades responsáveis pelas diferentes infraestruturas/fontes de ruído presentes no concelho, sendo estas entidades igualmente competentes pela execução das medidas de redução de ruído, associadas ao presente Plano de Ação de Ruído.

São elas as seguintes:

- Infraestruturas rodoviárias tuteladas pelo Município;
- Infraestruturas rodoviárias tuteladas pela EP – Estradas de Portugal, SA;
- Infraestruturas rodoviárias tuteladas pela Sociedade Concessionária AENL, S.A.
- Infraestruturas rodoviárias tuteladas pela Ascendi Grande Porto, S.A.
- Infraestruturas rodoviárias tuteladas pela Brisa, S.A.
- Infraestrutura aérea tuteladas pela ANA, S.A – Aeroportos de Portugal.
- Áreas industriais PCIP.

As grandes infraestruturas de transporte (GIT's), no âmbito da Diretiva Europeia devem igualmente elaborar os respetivos Mapas Estratégicos de Ruído e Planos de Ação. As GIT's que se localizam na área geográfica do Concelho de Matosinhos, à data deste Plano, já tinham elaborados os respetivos MER e os Planos de Ação. Estes foram cedidos ao Município de Matosinhos para integrar no MER. A cedência destes dados foi feita em diversos formatos, tendo alguns destes dados sido possíveis de incorporar e outros não. A metodologia de tratamento e apresentação desta informação no âmbito deste Plano será explicada mais adiante.

Desta forma, está previsto neste Plano de Ação que todas as entidades concessionárias de GIT's identifiquem e acautelem situações de ultrapassagem de valores-limite dos níveis de ruído nos recetores sensíveis das envolventes, remetendo assim para uma consulta dos respetivos PAR dessas mesmas entidades.

No caso das atividades industriais identificadas, é da competência das mesmas acautelarem situações de não cumprimento dos limites regulamentares, através da realização de estudos acústicos detalhados e da aplicação de medidas corretivas adequadas ao cumprimento desses limites.

9. MAPAS DE RUÍDO PARCIAIS

De modo a quantificar-se a contribuição de cada fonte de ruído e por entidade tutelar, os mapas de ruído globais do Município foram decompostos em mapas de ruído parciais, para cada um dos indicadores L_{den} e L_n . Foi assim possível determinar as áreas e a população exposta segundo as classes de exposição, tendo em conta todas as contribuições parcelares por tipo de fontes sonoras, associadas às diferentes entidades responsáveis.

9.1 METODOLOGIA

A metodologia de tratamento de fontes sonoras contempladas no Plano de Ação variou de acordo com a origem da informação segundo tipo de fonte e entidade:

- As grandes infraestruturas de transporte, todas elas com os Planos de Ação já elaborados, forneceram os mesmos ao município, de forma a este os integrar no presente estudo. Teve-se como objetivo um estudo consistente onde os dados integrados fossem coincidentes com os dos Planos de Ação específicos de cada entidade. Neste ponto, existiram variações no tipo de informação cedida devido às origens diferentes.
 - (1) Em alguns casos, foi possível extrair das memórias descritivas os dados em análise para o concelho e complementar outros dados em falta com cálculos expeditos a partir do modelo acústico;
 - (2) Noutros casos, os dados necessários foram unicamente obtidos através de cálculo expedito.

Em poucas situações não existiu qualquer forma válida de análise que pudesse ser adaptada ao Plano de Ação. Entende-se aqui por cálculo expedito a importação das isófonas de modo a recalcular e integrar os mapas de ruído parciais, dentro do modelo acústico e da área em estudo. É relevante referir que, este método é um cálculo que se aproxima do original mas pode levar a resultados com algumas diferenças, sobretudo quando a base cartográfica não é a mesma, tendo sido o caso.

- As infraestruturas rodoviárias pertencentes ao município foram modeladas integralmente no modelo acústico e por isso encontram-se completamente quantificadas com toda a precisão (3).
- No que toca as indústrias, estas foram introduzidas no modelo como fontes sonoras, como explicado no ponto 6.

9.2 CONTRIBUIÇÕES PARCIAIS DAS FONTES RODOVIÁRIAS

Como seria de esperar, as infraestruturas rodoviárias são as fontes sonoras dominantes na área em estudo. O município é atravessado por um grande número de importantes infraestruturas de transporte rodoviário. Apresenta igualmente uma densa rede viária municipal que serve os principais aglomerados urbanos.

As figuras seguintes ilustram o panorama acústico, associado às principais infraestruturas rodoviárias dentro da área do Município. Igualmente no Anexo 2, nas cartas 2.1 e 2.2 pode-se ver com maior detalhe o impacto sonoro relativamente aos dois indicadores de ruído em análise.

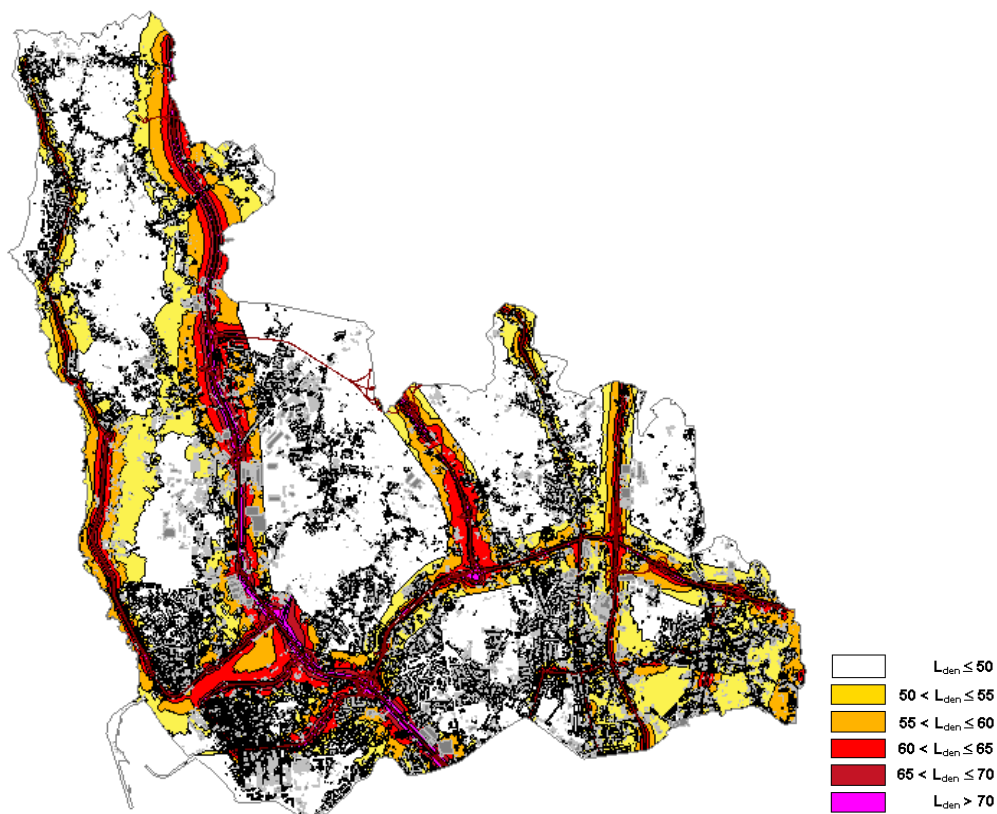


Figura 9-1 – Mapa de ruído parcial das fontes rodoviárias – indicador L_{den}

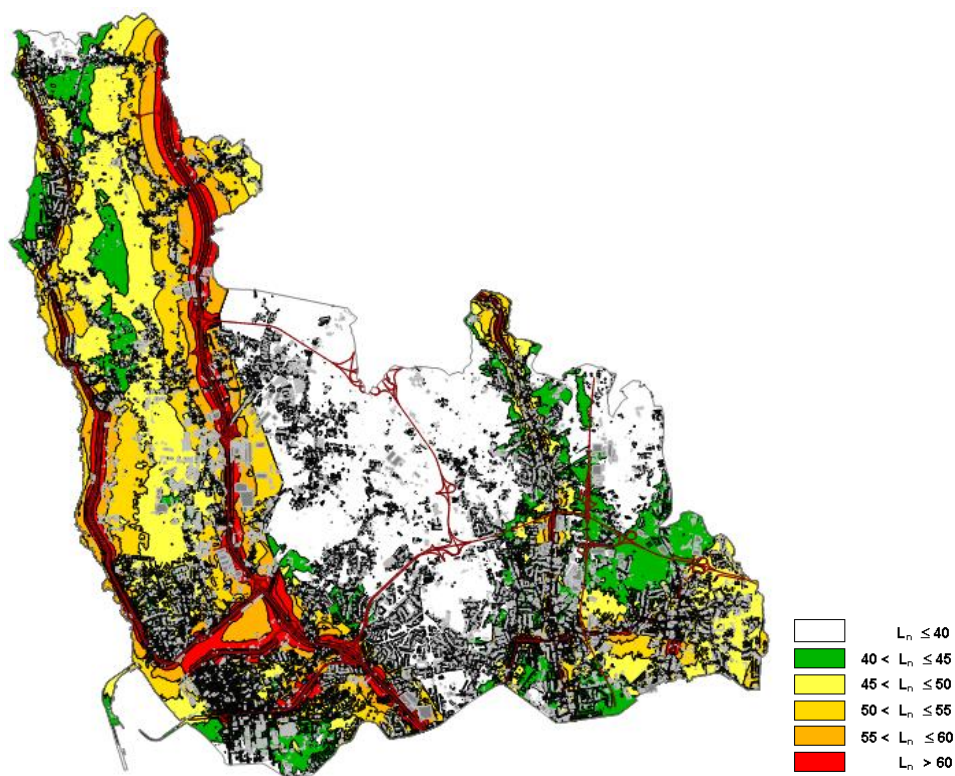


Figura 9-2 – Mapa de ruído parcial das fontes rodoviárias – indicador L_n

Tabela 9-1 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias por entidade, segundo classe de exposição.

Lden Ln	dB(A)	Entidade / Área exposta (ha)					Total (ha)
		Ascendi ²	Brisa ²	AENL ²	EP. ²	Município ³	
55 < Lden ≤ 60		161,3	36,1	283,6	67,6	215,5	764,1
60 < Lden ≤ 65		89,0	1,8	162,8	28,2	124,4	406,2
65 < Lden ≤ 70		23,8	0,4	86,0	14,9	71,5	196,6
70 < Lden ≤ 75		31,5	0,0	40,4	9,8	56,5	138,2
Lden > 75		20,6	0,0	23,7	0	24,7	68,9
Lden ≥ 63							225,0
45 < Ln ≤ 50		170,8	169,6	636,2	90,8	291,6	1359,0
50 < Ln ≤ 55		131,1	13,3	411,8	137,1	173,7	866,9
55 < Ln ≤ 60		32,0	0,8	283,6	54,5	95,9	466,8
60 < Ln ≤ 65		24,4	0,0	162,8	61,9	64,4	313,5
65 < Ln ≤ 70		33,4	0,0	86,0	0,0	39,8	159,3
Ln > 70		1,0	0,0	64,0	0,0	7,5	72,5
Ln ≥ 53							319,9

² Valores calculados expeditamente a partir do modelo acústico desenvolvido pela CMM.³ Valores obtidos através de modelação integral no modelo acústico desenvolvido pela CMM**Tabela 9-2 – Quantificação da população exposta ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias por entidade, segundo classe de exposição.**

Lden Ln	dB(A)	Entidade / População exposta (n. habitantes)					Total n. hab
		Ascendi ¹	Brisa ¹	AENL ¹	EP. ²	Município ³	
55 < Lden ≤ 60		3604	200	4300	711	11170	19985
60 < Lden ≤ 65		1389	200	1800	25	4793	8207
65 < Lden ≤ 70		75	0	800	0	6681	7556
70 < Lden ≤ 75		0	0	500	0	6751	7251
Lden > 75		0	0	500	0	1891	2391
Lden ≥ 63							16967
45 < Ln ≤ 50		3871	100	5100	2276	15961	27308
50 < Ln ≤ 55		2326	200	2800	2286	7742	15354
55 < Ln ≤ 60		175	0	1000	658	5666	7499
60 < Ln ≤ 65		2	0	500	22	6088	6611
65 < Ln ≤ 70		0	0	100	0	4866	4966
Ln > 70		0	0	100	0	668	768
Ln ≥ 53							19157

¹ Valores retirados dos estudos de Plano de Acção das respectivas entidades.² Valores calculados expeditamente a partir do modelo acústico desenvolvido pela CMM.³ Valores obtidos através de modelação integral no modelo acústico desenvolvido pela CMM

A partir da análise da tabela 9-1, é possível verificar que a concessão da AENL (A28) e rodovias pertencentes ao município são aquelas cujas manchas de ruído mais se estendem em área acima dos respetivos valores-limite (para a GIT's foram usados os valores-limite de 65dB(A) e 55 dB(A) para os indicadores Lden e Ln respetivamente), sendo maior a extensão em área no período noturno comparativamente com o período dia-entardecer-noite.

Já no que toca a análise da população exposta, podemos verificar através da análise da tabela 9-2, que são as rodovias pertencentes ao município as principais fontes de sobre-exposição para os residentes do

concelho, expondo cerca de 10% da população residente acima dos valores limite para zonas não classificadas, durante o período dia-entardecer-noite e cerca de 11% da população residente durante o período noturno.

9.3 CONTRIBUIÇÕES PARCIAIS DAS FONTES INDUSTRIAIS

Considerando a contribuição das fontes industriais é possível notar, tanto através das figuras mais abaixo (Anexo 2 – Cartas 2.3 e 2.4) como das tabelas seguintes, que o impacto do ruído industrial é relativamente limitado dentro da área do Concelho de Matosinhos, uma vez que na generalidade os valores limite são ultrapassados em pouca extensão, afetando apenas uma pequena fração da população residencial da envolvente.

O caso da indústria Germen, por se localizar numa zona residencial na freguesia da senhora da Hora – zona de elevada densidade populacional, destaca-se por ser a que apresenta um maior número de população exposta acima dos valores limite.

De notar que estas análises partem de cálculos simplificados integrados a nível do MER, como explicado anteriormente. Como tal, cada indústria deverá ter essas avaliações realizadas num maior nível de detalhe e precisão, de modo a que, quando necessário, sejam acauteladas as respetivas medidas de redução de ruído. Esses estudos mais detalhados deverão ainda levar em conta, para além do critério de máxima exposição aqui contemplado, o critério de incomodidade (ou dos acréscimos) bem como, quando aplicável, o critério de corresponsabilidade na ultrapassagem dos limites de máxima exposição.

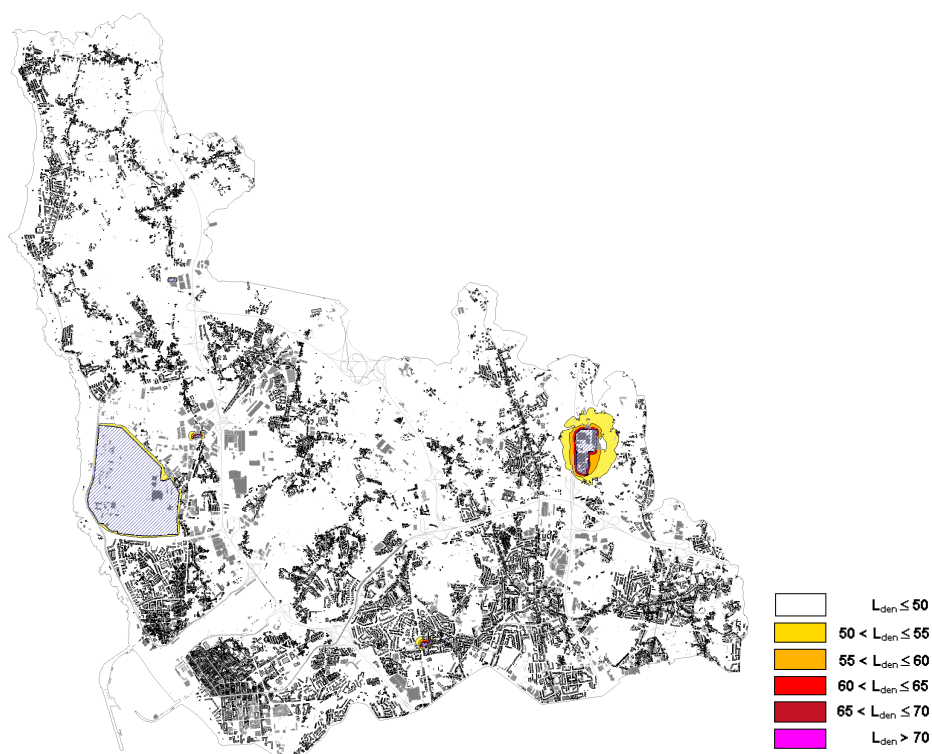


Figura 9-3 – Mapa de ruído das fontes industriais PCIPs do Município– indicador L_{den}

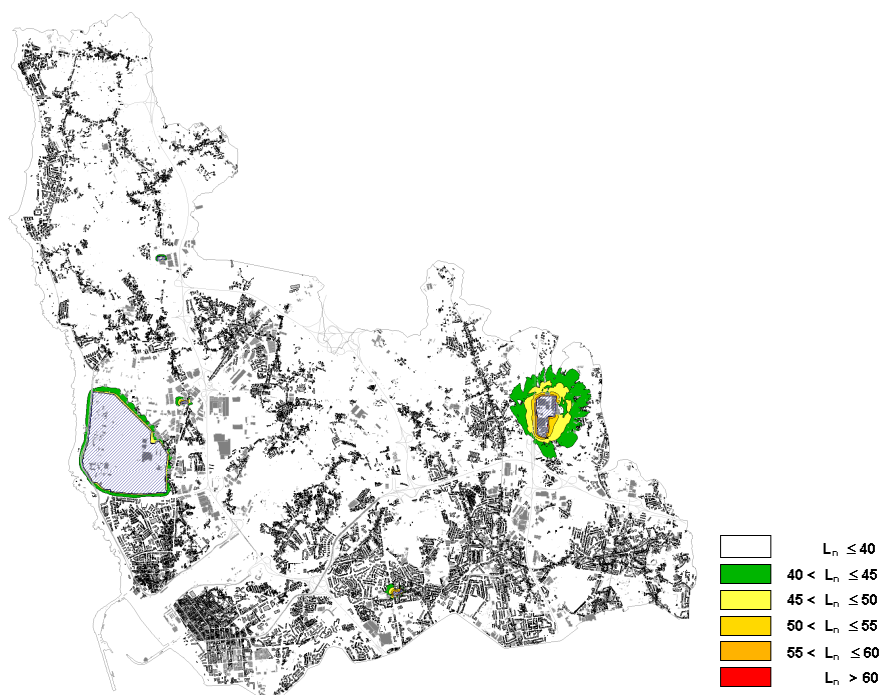


Figura 9-4 – Mapa de ruído das fontes industriais PCIPs do Município- indicador L_n

Tabela 9-3 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente proveniente das fontes industriais, segundo classe de exposição.

Lden L_n	dB(A)	Entidade / Área exposta (ha)					Total (ha)
		Petrogal	Unicer	German	Gasin	Peixinhos	
55 < Lden ≤ 60		0,9	10,0	0,8	0,5	0,1	12,3
60 < Lden ≤ 65		0,0	4,9	0,8	0,5	0,0	6,1
65 < Lden ≤ 70		0,0	2,0	0,4	0,1	0,0	2,5
70 < Lden ≤ 75		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lden > 75		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Lden ≥ 63		0,0	3,9	0,7	0,3	0,0	4,9
45 < L_n ≤ 50		14,6	26,2	1,1	0,7	0,7	43,3
50 < L_n ≤ 55		0,0	8,1	0,7	0,5	0,0	9,3
55 < L_n ≤ 60		0,0	4,4	0,8	0,3	0,0	5,5
60 < L_n ≤ 65		0,0	0,9	0,2	0,0	0,0	1,1
65 < L_n ≤ 70		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L_n > 70		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
L_n ≥ 53		0,0	7,6	1,2	0,5	0,0	9,3

Tabela 9-4 – Quantificação da pop. exposta ao ruído ambiente proveniente das fontes industriais, segundo classe de exposição.

Lden Ln	dB(A)	Entidade / População exposta (n. habitantes)					Total n. hab
		Petrogal	Unicer	German	Gasin	Peixinhos	
55 < Lden ≤ 60		0	5	48	3	0	57
60 < Lden ≤ 65		0	0	95	0	0	95
65 < Lden ≤ 70		0	0	4	0	0	4
70 < Lden ≤ 75		0	0	0	0	0	0
Lden > 75		0	0	0	0	0	0
Lden ≥ 63		0	0	22	0	0	22
45 < Ln ≤ 50		1	42	332	3	0	378
50 < Ln ≤ 55		0	1	80	0	0	81
55 < Ln ≤ 60		0	0	61	0	0	61
60 < Ln ≤ 65		0	0	0	0	0	0
65 < Ln ≤ 70		0	0	0	0	0	0
Ln > 70		0	0	0	0	0	0
Ln ≥ 53		0	0	101	0	0	101

9.4 CONTRIBUIÇÕES PARCIAIS DA FONTE AÉREA

Apesar do Aeroporto Internacional do Porto não estar situado dentro da área do concelho, este é uma importante fonte de ruído no município, por impactar uma zona com uma significativa densidade populacional e por ter vindo a conhecer um crescimento constante do número de movimentos diários. As figuras seguintes ilustram o panorama acústico, associado ao ruído aéreo. No Anexo 2, nas cartas 2.5 e 2.6 pode-se ser visto com maior detalhe, o impacte sonoro relativamente aos indicadores de ruído em análise.

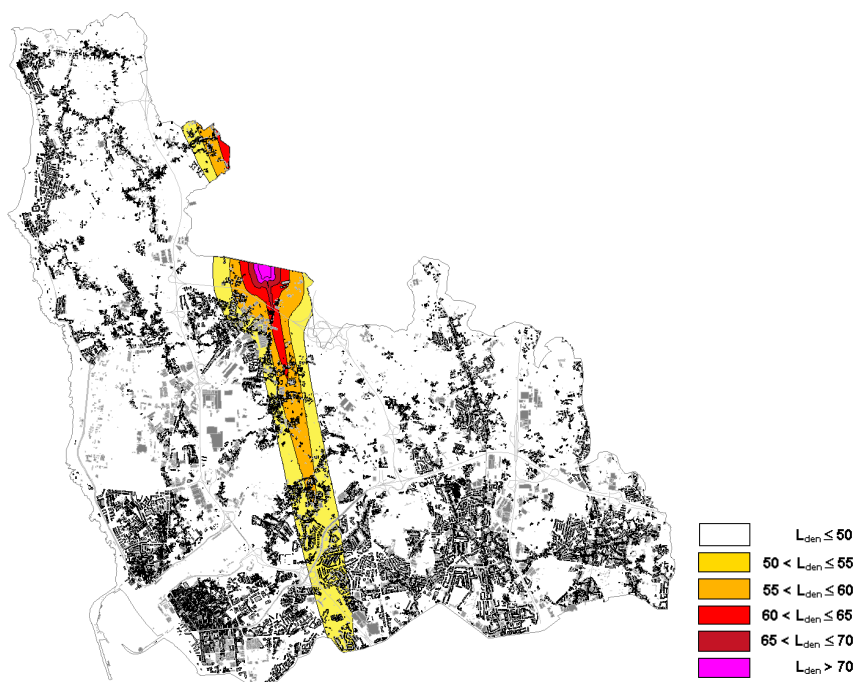


Figura 9-5 – Mapa de ruído da fonte aérea do Município – indicador Lden

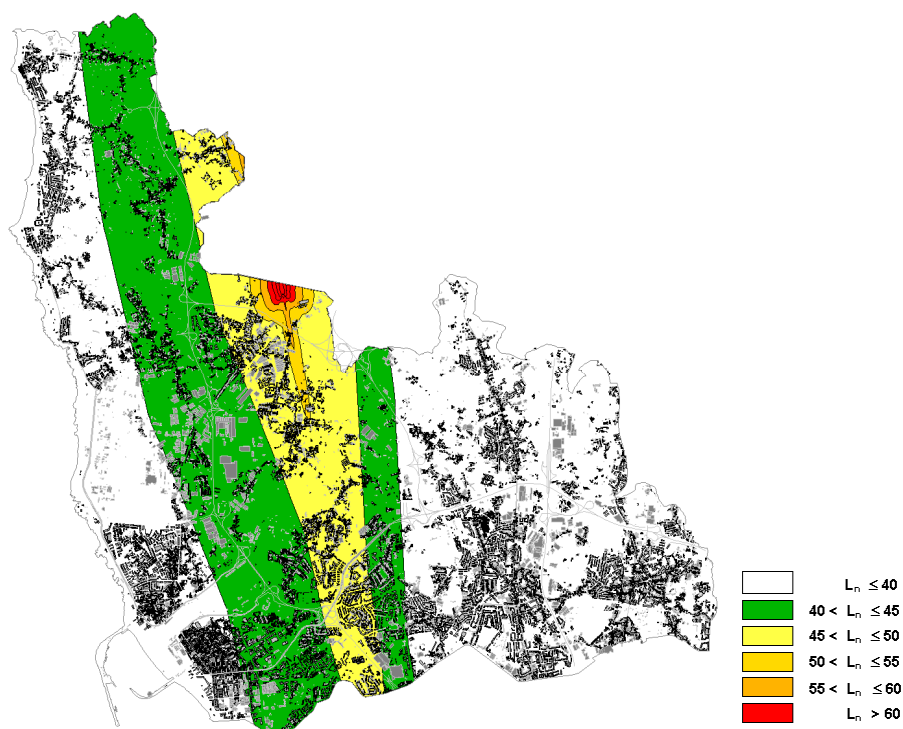


Figura 9-6 – Mapa de ruído da fontes aérea do Município– indicador L_n .

Tabela 9-5 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente aéreo, segundo classe de exposição.

L_{den} L_n	$dB(A)$	Área exposta (ha)
$55 < L_{den} \leq 60$		158,8
$60 < L_{den} \leq 65$		44,9
$65 < L_{den} \leq 70$		11,8
$70 < L_{den} \leq 75$		4,7
$L_{den} > 75$		4,3
$45 < L_n \leq 50$		813,7
$50 < L_n \leq 55$		63,0
$55 < L_n \leq 60$		18,5
$60 < L_n \leq 65$		6,6
$65 < L_n \leq 70$		3,2
$L_n > 70$		3,0

Tabela 9-6 – Quantificação da população exposta ao ruído ambiente aéreo, segundo classe de exposição.

Lden Ln	dB(A)	Pop expo (n. hab)
55 < Lden ≤ 60		2283
60 < Lden ≤ 65		164
65 < Lden ≤ 70		0
70 < Lden ≤ 75		0
Lden > 75		0
45 < Ln ≤ 50		19833
50 < Ln ≤ 55		325
55 < Ln ≤ 60		15
60 < Ln ≤ 65		0
65 < Ln ≤ 70		0
Ln > 70		0

Da análise dos resultados apresentados, é possível verificar que apesar da atividade aérea influenciar uma vasta área em termos de exposição ao ruído, em termos de população exposta este número já é reduzido, tendo sobretudo um impacto negativo durante o período noturno, num número reduzido de população no que toca a ultrapassagem dos valores-limite (para a GIT's foram usados os valores-limite de 65dB(A) e 55 dB(A) para os indicadores L_{den} e L_n respetivamente).

10. MAPAS DE CONFLITO

10.1 ÁREAS DE CONFLITO GLOBAIS

Conforme descrito anteriormente, nesta análise de conflito geral, os valores limites considerados para cálculo de zonas de conflito são os de Zonas Não Classificadas: 63 dB(A) e 53dB(A), para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente. Considerando as diferenças entre os níveis de ruído originados pelo conjunto de fontes sonoras que se fazem sentir no município e os valores-limite para o zonamento definido, obtiveram-se os Mapas de Conflito, apresentados nas figuras seguinte e no Anexo 3, cartas 3.1 e 3.2.

As figuras seguintes ilustram as zonas de conflito, associado às infraestruturas de transporte consideradas no Município de Matosinhos.

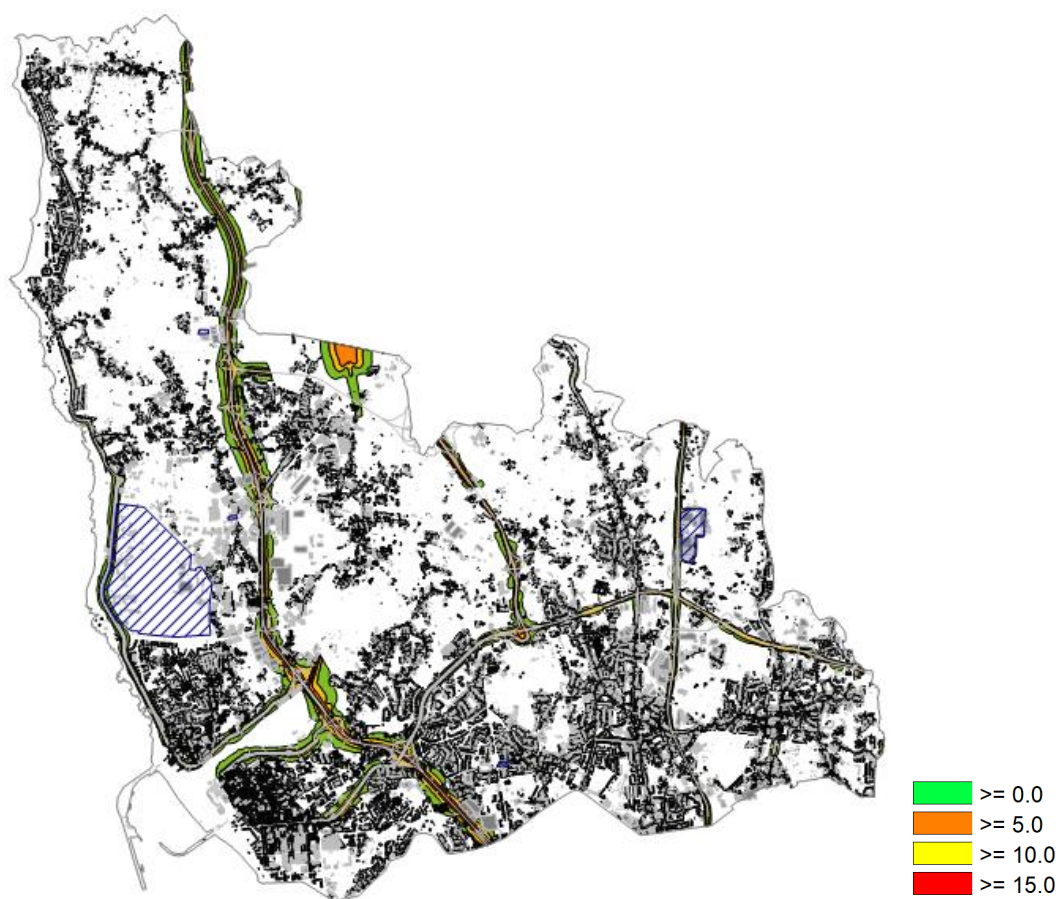


Figura 10-1 – Mapa de Conflito do município – indicador L_{den}

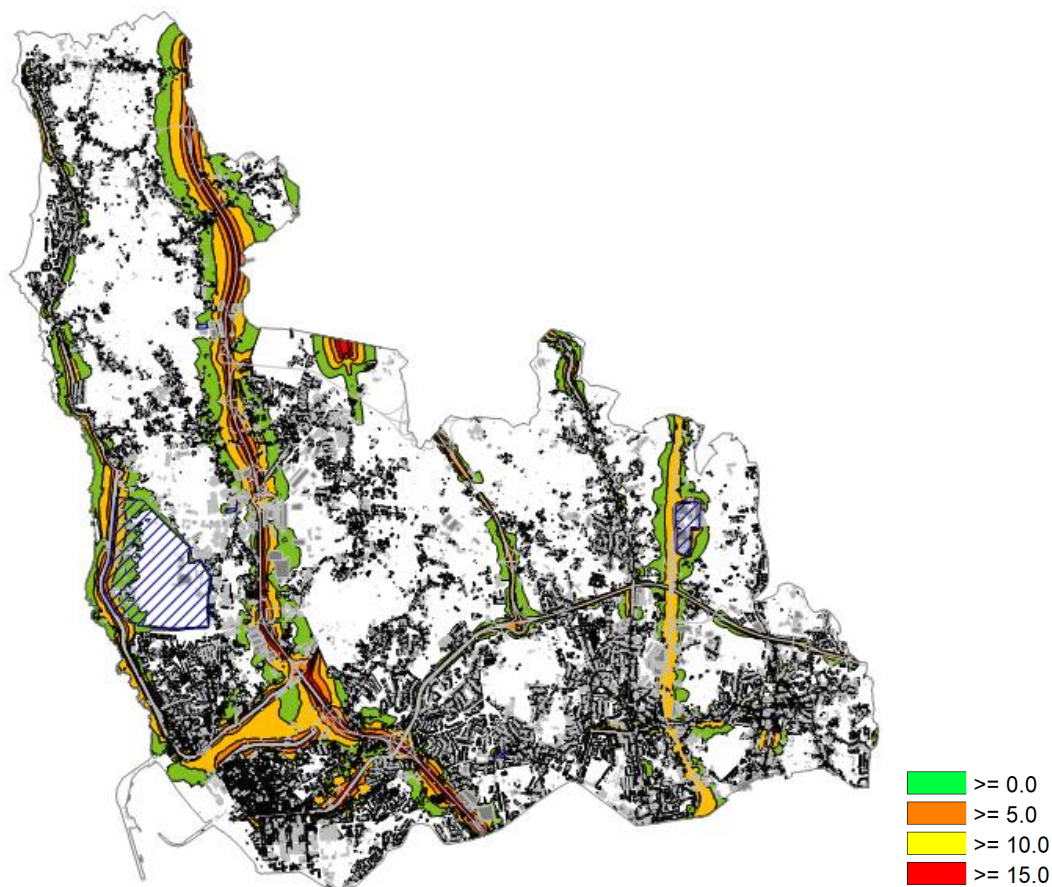


Figura 10-2 – Mapa de Conflito do município – indicador L_n

Com base nos mapas de conflito, foram igualmente quantificadas as áreas e o n.º população exposta em habitantes onde os níveis sonoros excedem os valores-limite considerados. Desta forma, é possível verificar qual a contribuição em excesso relativa aos valores-limite para zonas Não Classificadas.

Tabela 10-1 – Quantificação das áreas onde os valores-limite são ultrapassados, tendo em consideração toda a área como Não Classificada

Lden dB(A)	Área exposta (ha)	L_n dB(A)	Área exposta (ha)
$0 < L_{den} \leq 5$	307,3	$0 < L_n \leq 5$	716,2
$5 < L_{den} \leq 10$	207,7	$5 < L_n \leq 10$	480,5
$10 < L_{den} \leq 15$	122,7	$10 < L_n \leq 15$	250,6
$L_{den} > 15$	31,9	$L_n > 15$	210,9

Obs.: Lden e L_n designam nesta tabela o excesso do respetivo indicador em relação ao valor limite considerado.

Tabela 10-2 – Quantificação da população exposta onde os valores-limite são ultrapassados, tendo em consideração toda a área como Não Classificada

Lden dB(A)	Pop. Exposta (hab)	Ln dB(A)	Pop. Exposta (hab)
0 < Lden ≤ 5	6772	0 < Ln ≤ 5	13136
5 < Lden ≤ 10	6764	5 < Ln ≤ 10	9208
10 < Lden ≤ 15	5291	10 < Ln ≤ 15	5962
Lden > 15	904	Ln > 15	2150

Obs.: Lden e Ln designam nesta tabela o excesso do respetivo indicador em relação ao valor limite considerado.

Pela análise dos dados anteriores, facilmente se conclui que o período noturno é o mais crítico. Segundo esta classificação adaptada para todas as fontes de ruído, cerca de 11% e 27% da área do município está exposta a níveis superiores a 63 dB(A) e 53 dB(A) para os indicadores L_{den} e L_n, respetivamente. Quanto à população exposta, cerca de 11% e 17% dos residentes estão expostos aos valores limite para os indicadores L_{den} e L_n, respetivamente.

É de referir que estes valores se encontram majorados, tendo em conta os estudos já efetuados para as GIT's, uma vez que nesses estudos foram considerados valores limite de 65 dB(A) e 55 dB(A) e não de 63 dB(A) e 53 dB(A). Como tal, serão de esperar valores mais baixos de conflito no que toca à totalidade da exposição no concelho.

No ponto seguinte, serão avaliadas as áreas de conflito exclusivamente provocadas pelas fontes de ruído tuteladas pelo município. As restantes infraestruturas de transportes já têm essas análises bem definidas nos respetivos PA e como tal, neste estudo será feita uma análise de Plano de Ação mais incidente sobre as fontes de ruído da responsabilidade do município.

10.2 ÁREAS DE CONFLITO DAS FONTES RODOVIÁRIAS TUTELADAS PELO MUNICÍPIO

Fazendo agora a mesma análise para as fontes de ruído rodoviárias tuteladas pelo município, obtém-se os mapas de conflito seguintes, podendo igualmente serem visualizados nas Cartas 3.3 e 3.4 do Anexo 3.

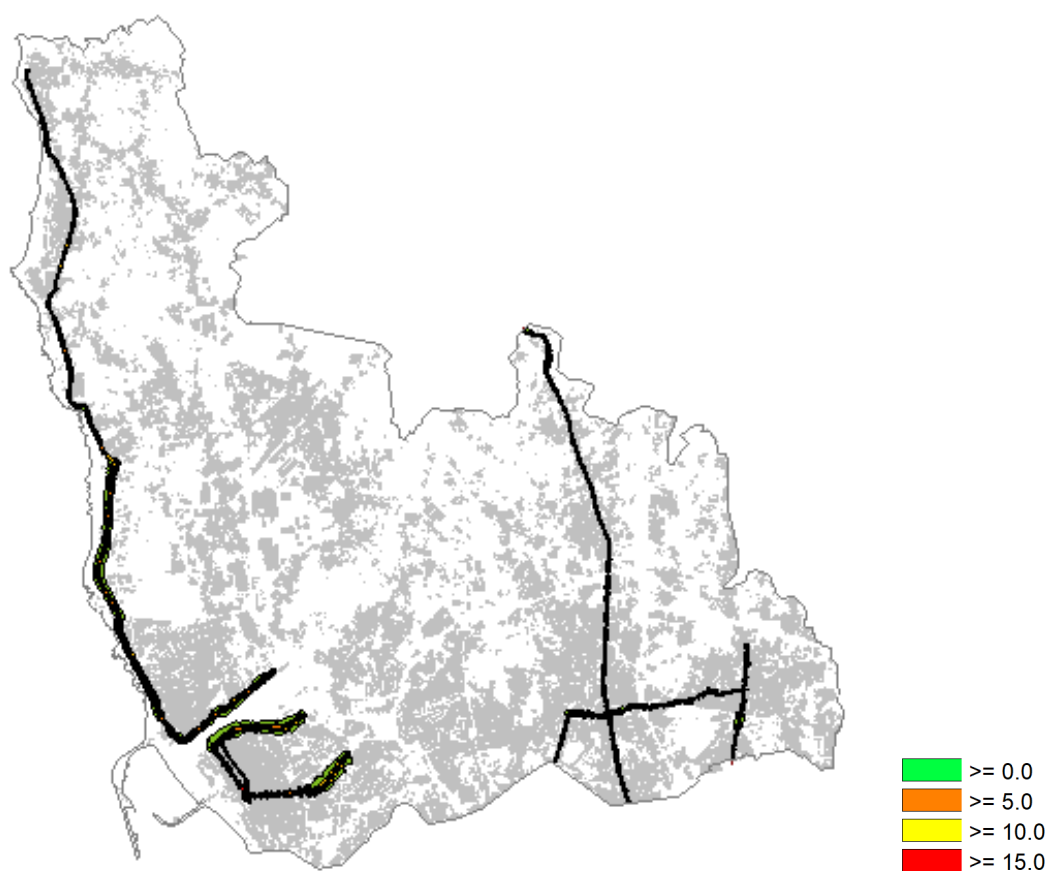


Figura 10-3 – Mapa de Conflito das fontes de ruído rodoviárias tuteladas pelo município – indicador L_{den}

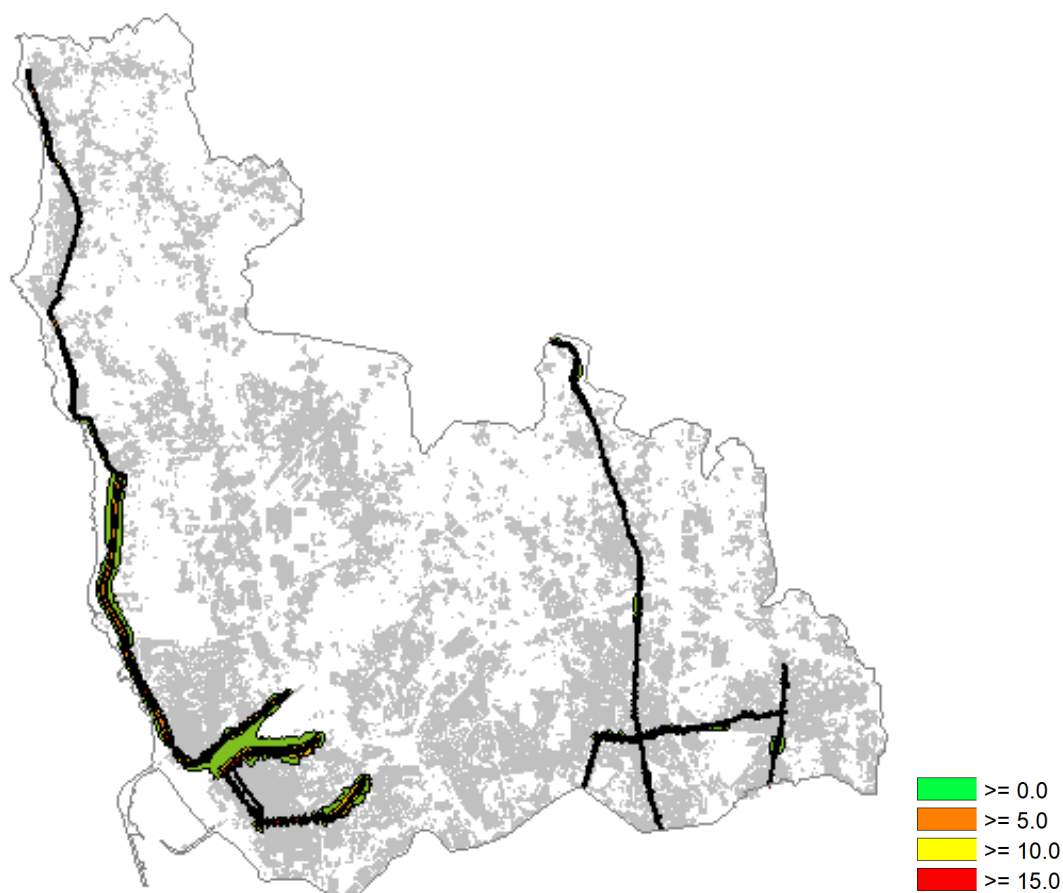


Figura 10-4 – Mapa de Conflito das fontes de ruído rodoviárias tuteladas pelo município – indicador L_n

Tabela 10-3 – Quantificação das áreas onde os valores-limite são ultrapassados para o zonamento apresentado proveniente das fontes rodoviárias tuteladas pelo município.

L_{den} dB(A)	Área exposta (ha)	L_n dB(A)	Área exposta (ha)
$0 < L_{den} \leq 5$	82,7	$0 < L_n \leq 5$	123,3
$5 < L_{den} \leq 10$	63,0	$5 < L_n \leq 10$	70,9
$10 < L_{den} \leq 15$	39,6	$10 < L_n \leq 15$	52,1
$L_{den} > 15$	5,3	$L_n > 15$	19,0

Obs.: L_{den} e L_n designam nesta tabela o excesso do respetivo indicador em relação ao valor limite considerado.

Tabela 10-4 – Quantificação da população onde os valores-limite são ultrapassados para o zonamento apresentado proveniente das fontes rodoviárias tuteladas pelo município.

Lden dB(A)	Pop. Exposta	Ln dB(A)	Total n.º fachadas
0 < Lden ≤ 5	4443	0 < Ln ≤ 5	3242
5 < Lden ≤ 10	6159	5 < Ln ≤ 10	6113
10 < Lden ≤ 15	5232	10 < Ln ≤ 15	5536
Lden > 15	889	Ln > 15	3238

Obs.: Lden e Ln designam nesta tabela o excesso do respetivo indicador em relação ao valor limite considerado.

Relativamente à informação apresentada nos quadros anteriores, é possível verificar que as rodovias do município têm um impacto considerável, apresentando em praticamente todas as vias excedentes em mais de 5 dB(A), tanto em termos de área exposta, como de população exposta.

São igualmente significativas as zonas que excedem em mais de 10 dB(A) os valores-limite, o que constitui um fator relevante. Como seria de esperar, existe um maior impacto nas zonas dos aglomerados urbanos, uma vez que são vias que se encontram em maior número contíguas a zonas de grande densidade de recetores sensíveis nesses locais.

Através da análise dos resultados anteriores, verifica-se novamente que o período noturno é o período que ultrapassa em maior número de área e população expostas os valores-limites, sendo assim considerado o período mais crítico.

11. PLANO DE AÇÃO DE RUÍDO

Numerosos estudos revelam que o ruído é um problema ambiental muito preocupante, que constitui uma das principais ameaças para a saúde e qualidade de vida das populações.

Nas cidades, o ruído é particularmente encarado como normal, quase como parte integrante do território ocupado por edifícios e infraestruturas de transporte. São os meios de transporte, essenciais à vida económica e à vida quotidiana, que são considerados as principais fontes de poluição sonora, destacando-se o tráfego rodoviário como principal fator. Perante esta situação, as autoridades têm vindo a reagir, no sentido de implementar e melhorar as políticas de controlo do ruído.

Este ponto constitui o plano de ação a implementar nas fontes de ruído tuteladas pelo Município, partindo da identificação das zonas críticas do concelho, ou seja, as zonas onde os valores-limite são ultrapassados, de acordo com o exposto no ponto anterior.

A análise de medidas de minimização a implementar, terá por base cada uma das situações identificadas a nível geográfico.

11.1 CRITÉRIOS DE PRIORIZAÇÃO

Estes critérios são os que determinam, por um lado quais as zonas críticas alvo de medidas de minimização e, por outro lado a forma de atuação perante os cenários dessas mesmas zonas críticas.

Nesta fase, a identificação/seleção das zonas críticas tiveram por base os seguintes critérios:

- Excedente dos valores-limite em mais de 10 dB(A);
- Zonas de maior densidade populacional, nomeadamente junto dos principais aglomerados urbanos;
- Capacidade de execução/implementação das medidas num horizonte temporal de 5 anos.

Segundo os critérios apresentados anteriormente, as zonas críticas com definição de medidas de redução a implementar, basearam-se nas zonas mais ruidosas dentro dos principais aglomerados urbanos do concelho. A metodologia para identificação das mesmas assentou na análise do mapa de conflitos obtido através do mapa de ruído parcial das fontes sonoras rodoviárias tuteladas pelo município.

11.2 ZONAS CRÍTICAS DE ATUAÇÃO

Identificaram-se 11 zonas críticas nos principais aglomerados urbanos do município. Estas assumem uma prioridade importante de intervenção, por na sua maioria serem zonas com níveis de conflito superiores a 15 dB(A).

As zonas críticas encontram-se identificadas nas fichas de caracterização seguidamente apresentadas.

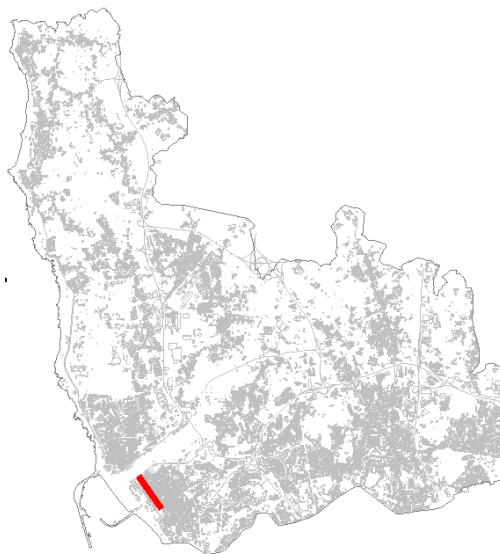
SITUAÇÃO 1

Identificação	ZC01- Zonas adjacentes à Rua Serpa Pinto em toda a sua extensão – cidade de Matosinhos
Descrição	Zona urbana consolidada constituída maioritariamente por edifícios de habitação. Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Rua Serpa Pinto, ultrapassando os valores-limite em toda a extensão, em 15 dB(A) ou mais para os indicadores LDEN e LN. Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.

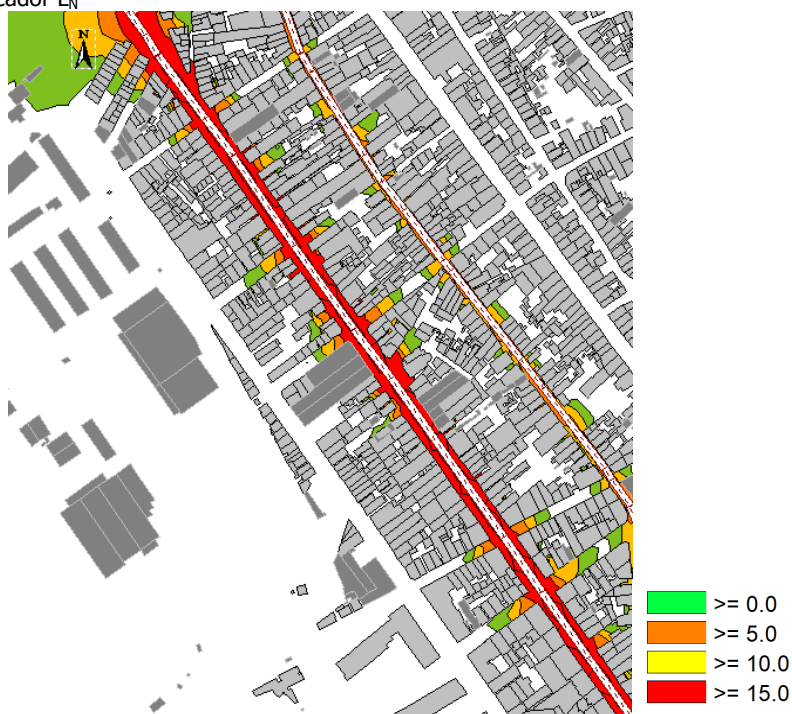
Localização



Fonte: Google

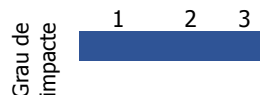


Conflito - Indicador L_N



Fontes de ruído

Rodovia – Rua Serpa Pinto



SITUAÇÃO 2

Identificação	ZC02 - Zonas adjacentes à Av. da República em toda a sua extensão – cidade de Matosinhos
Descrição	<p>Zona urbana consolidada constituída maioritariamente por edifícios de habitação, servida tanto por uma rodovia estruturada em duas faixas separada por uma faixa de tráfego ferroviário linha de metropolitano.</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Av. da República, sendo o impacto de tráfego ferroviário residual face ao primeiro. Os valores-limite são ultrapassados em toda a extensão, em 15 dB(A) em algumas zonas pontuais e ultrapassando entre 10 dB(A) a 15 dB(A) nas restantes zonas para os indicadores LDEN e LN.</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

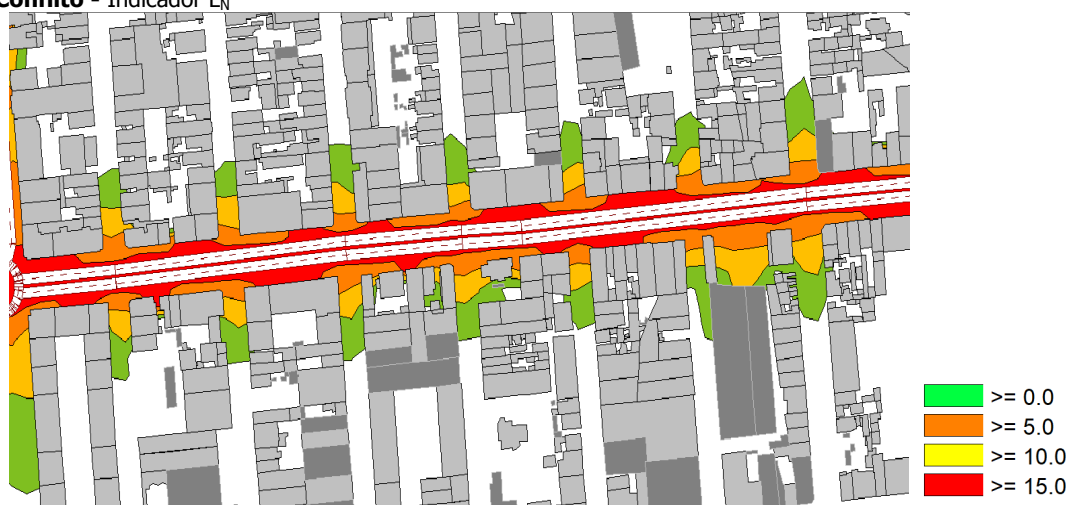
Localização



Fonte: Google



Conflito - Indicador L_N



Fontes de ruído

Rodovia – Av. Da República

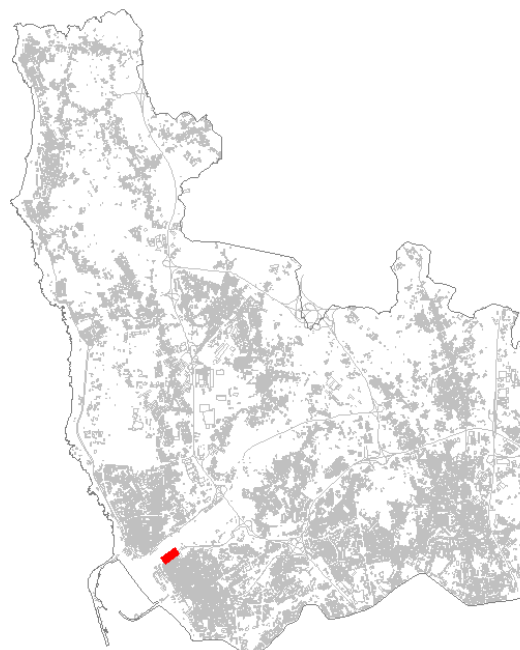


SITUAÇÃO 3

Identificação	ZC03 - Zonas a Sudoeste da Av. Eng. Duarte Pacheco – cidade de Matosinhos
Descrição	<p>Zona urbana consolidada constituída maioritariamente por edifícios de serviços, servida por uma rodovia estruturada em duas faixas com separador central.</p> <p>A Zona afetada é de pequena dimensão e constitui casos pontuais de edifícios de habitação que atualmente se encontram devolutos e que são necessários salvaguardar e de outro edificado com uso predominantemente comercial. Estes são essencialmente afetados pela rodovia Av. Eng. Duarte Pacheco, ultrapassando os valores-limite em mais de 15 dB(A), para o indicador L_N e noutros casos entre 10 dB(A) e 15 dB(A).</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

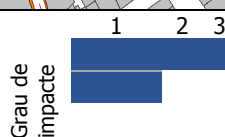
Localização

Fonte: Google

**Conflito - Indicador L_N** **Fontes de ruído**

Rodovis - Av. Eng. Duarte Pacheco

Rodovia – Av. Da República

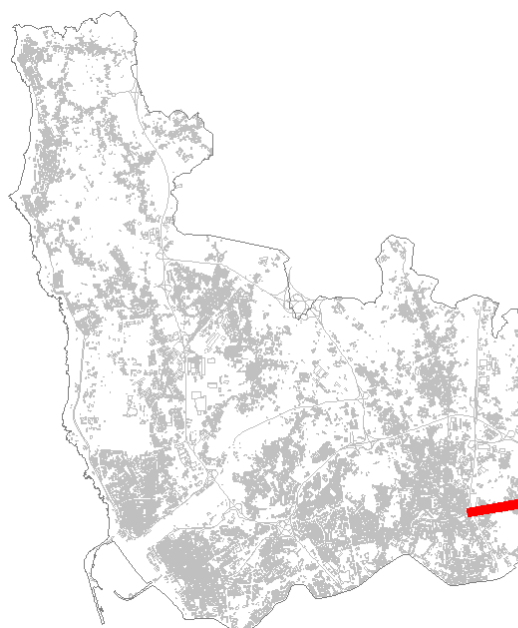
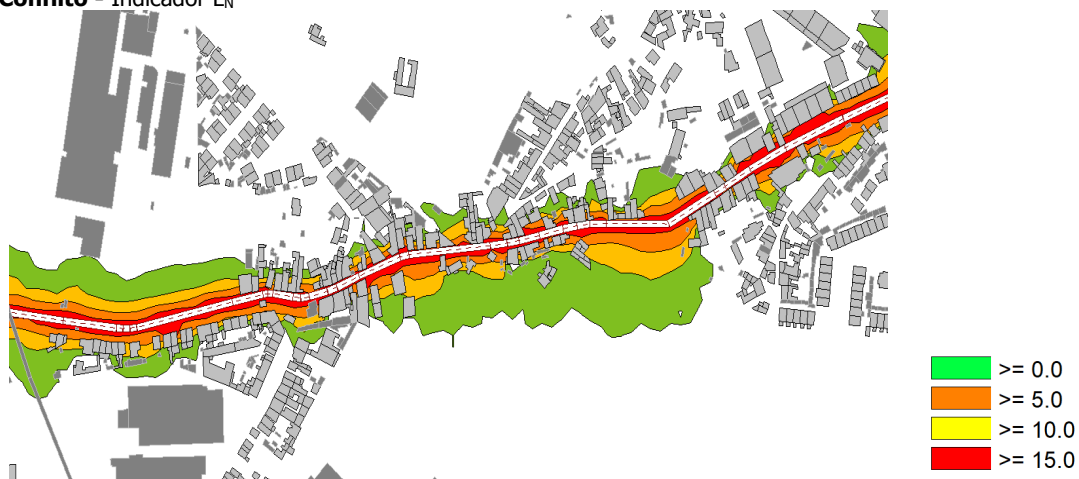


SITUAÇÃO 4

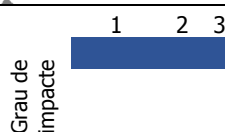
Identificação	ZC04- Zonas adjacentes à Rua 5 de Outubro em toda a sua extensão – Custóias
Descrição	<p>Zona urbana consolidada constituída maioritariamente por edifícios de habitação com uma grande proximidade dos edifícios à via.</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Rua 5 de Outubro, ultrapassando os valores-limite em toda a extensão, em 15 dB(A) ou mais para os indicadores L_{DEN} e L_N.</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

Localização

Fonte: Google

**Conflito - Indicador L_N** **Fontes de ruído**

Rodovis - Rua 5 de Outubro



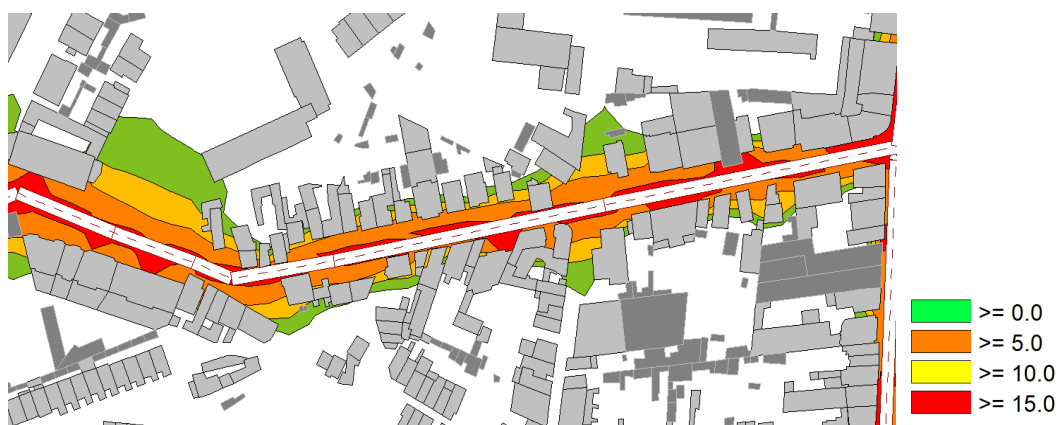
SITUAÇÃO 5

Identificação	ZC05- Zonas adjacentes à Av. Do Conde em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta
Descrição	<p>Zona urbana consolidada constituída maioritariamente por edifícios de habitação com uma grande proximidade dos edifícios à via.</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Av. Do Conde e é constituída por zonas pontuais de edifícios de habitação onde os valores-limite são ultrapassados em mais de 15 dB(A), para o indicador L_N e os restantes locais onde se verifica uma ultrapassagem dos valores-limite entre 10 dB(A) e 15 dB(A).</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

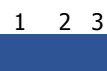
Localização



Fonte: Google

Conflito - Indicador L_N 

Fontes de ruído
Rodovia - Av. Do Conde

Grau de
impacte

SITUAÇÃO 6

Identificação	ZC06 - Zonas adjacentes à Rua Godinho Faria em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta
Descrição	<p>Zona urbana consolidada constituída maioritariamente por edifícios de habitação com uma grande proximidade dos edifícios à via.</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Rua Godinho Faria e é constituída por zonas pontuais de edifícios de habitação onde os valores-limite são ultrapassados em mais de 15 dB(A), para o indicador L_N e onde nos restantes locais se verifica uma ultrapassagem dos valores-limite entre 10 dB(A) e 15 dB(A).</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

Localização



Fonte: Google

Conflito - Indicador L_N 

Fontes de ruído

Rodovis - Rua Godinho Faria

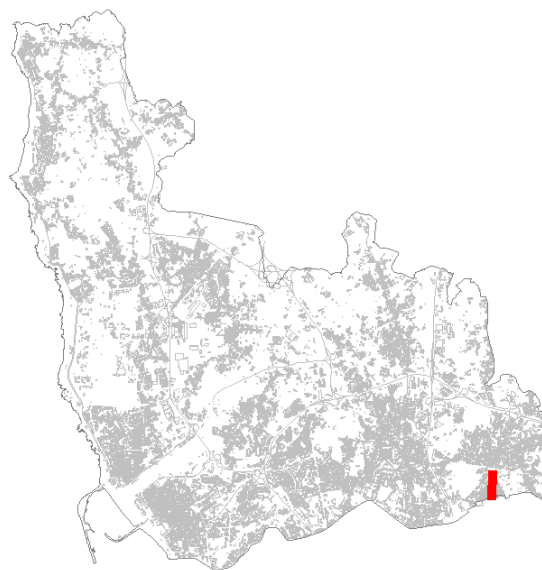
Grau de
impacte

1	2	3

SITUAÇÃO 7

Identificação	ZC07- Zonas adjacentes à Rua Silva Brinco em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta
Descrição	<p>Zona urbana maioritariamente consolidada constituída por edifícios de habitação e de serviços.</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Rua Godinho Faria e é constituída por zonas pontuais de edifícios de habitação onde os valores-limite são ultrapassados em mais de 15 dB(A), para o indicador LN e onde nos restantes locais se verifica uma ultrapassagem dos valores-limite entre 10 dB(A) e 15 dB(A).</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

Localização



Fonte: Google

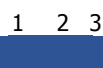
Conflito - Indicador L_N



Fontes de ruído

Rodovia - Rua Silva Brinco

Grau de
impacte



SITUAÇÃO 8

Identificação	ZC08- Zonas adjacentes à Rua Nova do Seixo em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta
Descrição	<p>Zona urbana maioritariamente consolidada constituída por edifícios de habitação e de serviços.</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Rua Godinho Faria, ultrapassando os valores-limite em toda a extensão, em 10 dB(A) ou mais para os indicadores L_{DEN} e L_N.</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

Localização

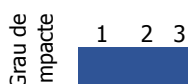


Fonte: Google

Conflito - Indicador L_N 

Fontes de ruído

Rodovia - Rua Nova do Seixo



SITUAÇÃO 9

Identificação

ZC09- Zonas adjacentes à Rua Roberto Ivens em toda a sua extensão – Matosinhos

Descrição

Zona urbana consolidada constituída por edifícios de habitação e de serviços.

Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Rua Roberto Ivens e tipo de pavimento, ultrapassando os valores-limite em toda a extensão, em 10 dB(A) ou mais para os indicadores L_{DEN} e L_N .

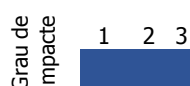
Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.

Localização

Fonte: Google

**Conflito - Indicador L_N** **Fontes de ruído**

Rodovia - Rua Roberto Ivens



SITUAÇÃO 10

Identificação	ZC10- Zonas adjacentes à Av. Xanana Gusmão em toda a sua extensão – São Mamede de Infesta
Descrição	<p>Zona urbana constituída por edifícios de habitação e de serviços, servida por uma rodovia estruturada em duas faixas com separador central</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Avenida, ultrapassando os valores-limite em alguns locais, em 10 dB(A) ou mais para os indicadores L_{DEN} e L_N.</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

Localização



Fonte: Google



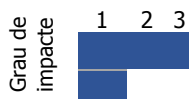
Conflito - Indicador L_N



Fontes de ruído

Rodovia – Av. Xanana Gusmão

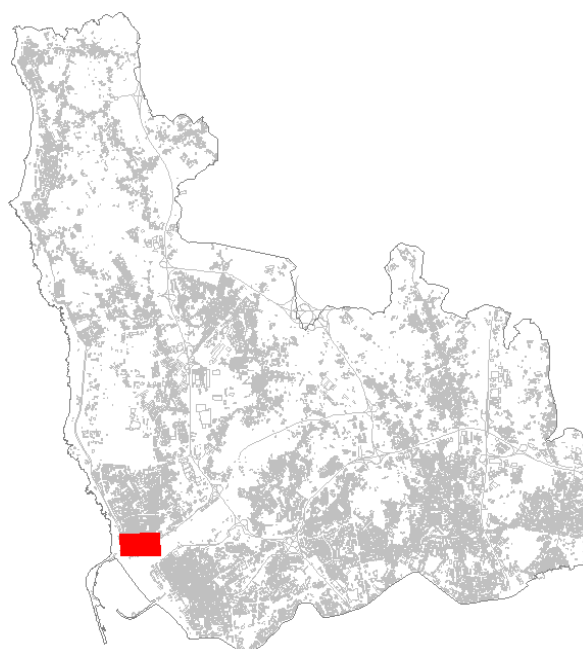
Rodovia – Rua Nova do Seixo



SITUAÇÃO 11

Identificação	ZC11- Zonas adjacentes à Av. Antunes Guimarães e Av. Da Liberdade nas zonas apresentadas – Leça da Palmeira
Descrição	<p>Zona urbana consolidada constituída por edifícios de habitação e de serviços, servida por rodovias estruturadas em duas faixas com separador central</p> <p>Zona afetada essencialmente pelo tráfego rodoviário da Avenidas, ultrapassando os valores-limite em alguns locais, em 10 dB(A) ou mais para os indicadores L_{DEN} e L_N.</p> <p>Constitui o período noturno, a situação mais crítica para a zona em questão.</p>

Localização



Fonte: Google

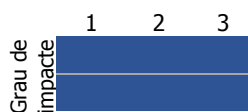
Conflito - Indicador L_N



Fontes de ruído

Rodovia – Av. Antunes Guimarães

Rodovia – Av. Da Liberdade



11.3 MEDIDAS DE REDUÇÃO DE RUÍDO NAS FONTES GERIDAS PELO MUNICÍPIO DE MATOSINHOS

Neste capítulo serão identificadas e detalhadas as medidas de redução efetivas, a integrar nas situações críticas em desconformidade identificadas previamente, no que toca a gestão de ruído das fontes rodoviárias da responsabilidade do município de Matosinhos.

A metodologia para seleção das medidas de redução em função de cada situação crítica, partiu de uma análise transversal no âmbito dos diferentes departamentos da Câmara, no sentido de enquadrar as medidas selecionadas noutras programas ligados ao ambiente, planeamento, urbanismo e segurança.

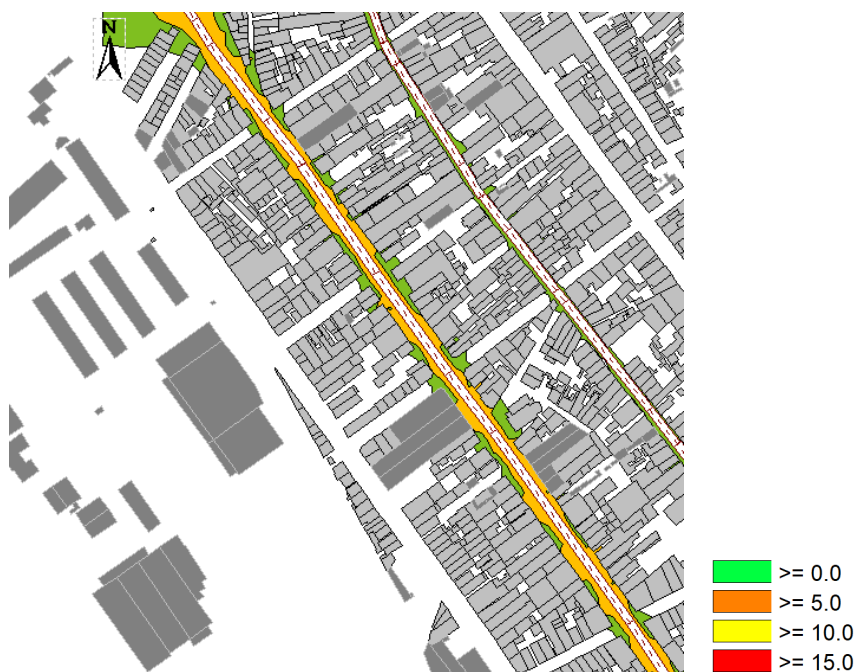
Para além das medidas efetivas serão igualmente descritas outras que são passíveis de ser aplicadas por já se encontrarem programadas noutros programas do município, e que serão importantes no que toca a gestão de tráfego rodoviários, mas que dificilmente são quantificáveis a este nível, obrigando a estudos de tráfego mais específicos.

11.3.1 Aplicação de medidas de redução nas várias situações.

Apresentam-se em seguida as fichas de aplicação de medidas às várias situações anteriormente identificadas como críticas em termos de níveis de ruído.

SITUAÇÃO 1**Identificação** ZC01- Zonas adjacentes à Rua Serpa Pinto em toda a sua extensão – cidade de Matosinhos**Medidas de redução**

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Rua Serpa Pinto	M1.1	Medidas de acalmia de tráfego, conjugando diversos dispositivos de redução de velocidade – introdução de pilaretes para estreitamento de via e travessias sobrelevadas	0 a 4 dB(A)
	M1.2	Promoção do uso de transportes alternativos - Bicicletas	0 a 2 dB(A)
	M1.3	Promoção do uso de veículos elétricos	0 a 2 dB(A)
	M1.4	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Serpa Pinto – M1.1						
Rua Serpa Pinto – M1.2						
Rua Serpa Pinto – M1.3						
Rua Serpa Pinto – M1.4						
Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Serpa Pinto – M1.1				Sem info		
Rua Serpa Pinto – M1.2				Custo diluído no âmbito de outros programas		
Rua Serpa Pinto – M1.3				Custo diluído no âmbito de outros programas		
Rua Serpa Pinto – M1.4				Sem custo estimado		

SITUAÇÃO 2

Identificação ZC02 - Zonas adjacentes à Av. da República em toda a sua extensão – cidade de Matosinhos

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Av. da República	M2.1	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido
	M2.2	Promoção do uso de transportes alternativos - Bicicletas	0 a 2 dB(A)
	M2.3	Promoção do uso de veículos elétricos	0 a 2 dB(A)

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av da República – M2.1						
Av da República – M2.2						
Av da República – M2.3						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av da República – M2.1				Sem custo estimado		
Av da República – M2.2				Custo diluído no âmbito de outros programas		
Av da República – M2.3				Custo diluído no âmbito de outros programas		

SITUAÇÃO 3

Identificação ZC03 - Zonas a Sudeste da Av. Eng. Duarte Pacheco – cidade de Matosinhos

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Av. Eng. Duarte Pacheco	M3.1	Introdução de uma rotunda entre a Av. Eng. Duarte Pacheco e Rua Serpa Pinto	0 a 4 dB(A)
	M3.2	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido
Rua Serpa Pinto	Ver situação 1		

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N



Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. Eng. Duarte Pacheco – M3.1						
Av. Eng. Duarte Pacheco – M3.2						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. Eng. Duarte Pacheco – M3.1				Sem info		
Av. Eng. Duarte Pacheco – M3.2				Sem custo estimado		

SITUAÇÃO 4**Identificação** ZC04- Zonas adjacentes à Rua 5 de Outubro em toda a sua extensão – Custóias**Medidas de redução**

Local	ID	Descrição	Potencial redução
	M4.1	Alteração do tipo de Pavimento	0 a 3 dB(A)
Rua 5 de Outubro	M4.2	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido

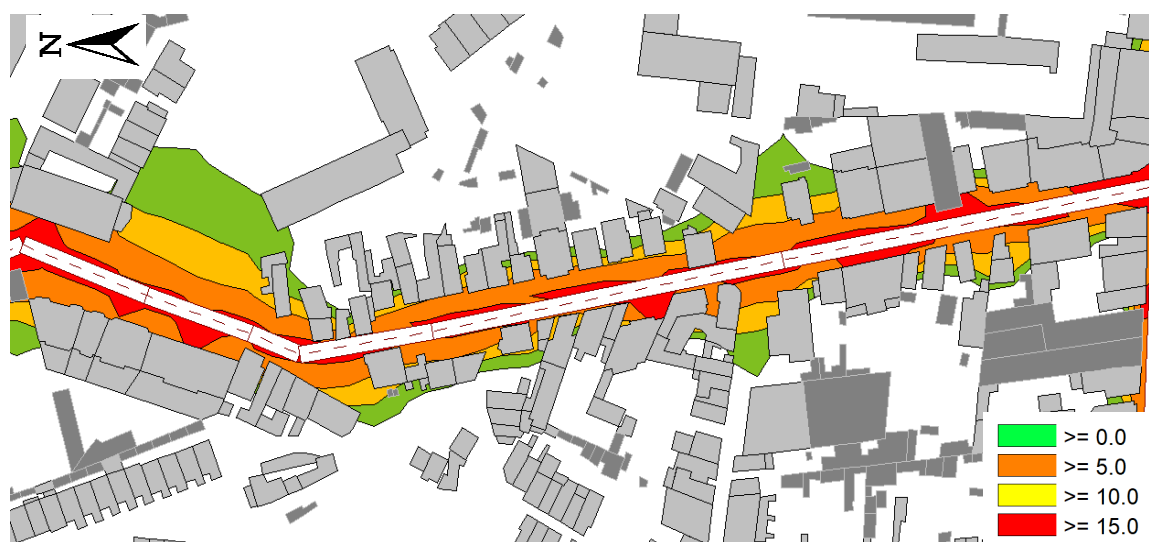
Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua 5 de Outubro – M4.1						
Rua 5 de Outubro – M4.2						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua 5 de Outubro – M4.1				Sem info		
Rua 5 de Outubro – M4.2				Sem custo estimado		

SITUAÇÃO 5**Identificação** ZC05- Zonas adjacentes à Av. Do Conde em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta**Medidas de redução**

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Av. do Conde	M5.1	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. do Conde – M5.1						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. do Conde – M5.1						Sem custo estimado

SITUAÇÃO 6

Identificação ZC06- Zonas adjacentes à Rua Godinho Faria em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Rua Godinho Faria	M6.1	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Godinho Faria – M6.1						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Godinho Faria – M6.1						Sem custo estimado

SITUAÇÃO 7

Identificação ZC07- Zonas adjacentes à Rua Silva Brinco em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
	M7.1	Alteração do tipo de Pavimento	0 a 3 dB(A)
Rua Silva Brinco	M7.2	Medidas de acalmia de tráfego, conjugando diversos dispositivos de redução de velocidade – introdução de pilaretes para estreitamento de via e travessias sobrelevadas	0 a 4 dB(A)

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Silva Brinco– M7.1						
Rua Silva Brinco– M7.2						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Silva Brinco– M7.1						
Rua Silva Brinco– M7.2						

SITUAÇÃO 8

Identificação ZC08- Zonas adjacentes à Rua Nova do Seixo em toda a sua extensão – São Mamede da Infesta

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Rua Nova do Seixo	M8.1	Alteração do tipo de Pavimento nos troços junto ao cruzamento com a Av. Xana Gusmão	0 a 3 dB(A)

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N **Calendarização**

Ano 0 Ano 1 Ano 2 Ano 3 Ano 4 Ano 5

Rua Nova do Seixo – M8.1

**Orçamentação**

Ano 0 Ano 1 Ano 2 Ano 3 Ano 4 Ano 5

Rua Nova do Seixo – M8.1

SITUAÇÃO 9**Identificação** ZC09- Zonas adjacentes à Rua Roberto Ivens em toda a sua extensão – Matosinhos**Medidas de redução**

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Rua Roberto Ivens	M9.1	Promoção do uso de transportes alternativos - Bicicletas	0 a 2 dB(A)
	M9.2	Promoção do uso de veículos elétricos	0 a 2 dB(A)
	M9.3	Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal para novas construções e reabilitação de edifícios existentes.	Não definido

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Roberto Ivens – M9.1						
Rua Roberto Ivens – M9.2						
Rua Roberto Ivens – M9.3						
Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Roberto Ivens – M9.1		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Rua Roberto Ivens – M9.2		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Rua Roberto Ivens – M9.3		Sem custo estimado				

SITUAÇÃO 10

Identificação ZC10- Zonas adjacentes à Av. Xanana Gusmão em toda a sua extensão – São Mamede de Infesta

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Av. Xanana Gusmão	M10.1	Introdução de rotundas	0 a 4 dB(A)
Rua Nova do Seixo	Ver situação 8		

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. Xanana Gusmão – M10.1						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. Xanana Gusmão – M10.1						100 000€

SITUAÇÃO 11

Identificação ZC11- Zonas adjacentes à Av. Antunes Guimarães e Av. Da Liberdade nas zonas apresentadas – Leça da Palmeira

Medidas de redução

Local	ID	Descrição	Potencial redução
Av. Antunes Guimarães e Av. Da Liberdade	M11.1	Promoção do uso de transportes alternativos - Bicicletas	0 a 2 dB(A)

Conflito com implementação de mediadas de redução - Indicador L_N 

Calendarização	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. Antunes Guimarães – M11.1						
Av. Da Liberdade – M11.1						

Orçamentação	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Av. Antunes Guimarães – M11.1						
Av. Da Liberdade – M11.1						

11.3.2 Substituição de pavimento

Uma das medidas com mais eficácia é a alteração do pavimento existente, para outro menos ruidoso. Sobretudo quando se trata da substituição do pavimento em calçada, por outro com características e propriedades menos ruidosas.

Quando se decide pela colocação de pavimentos menos ruidosos, há fatores que devem ser tomados em consideração como forma de otimizar o seu desempenho. Esses aspetos estão relacionados com a envolvente da estrada, o alinhamento horizontal e vertical da estrada, a velocidade de circulação, a composição do tráfego rodoviário, o estado de degradação dos pavimentos, as condições meteorológicas habituais e o tipo de pneus correntemente utilizados.

A escolha de um pavimento absorvente ou poroso, aumenta a eficiência da atenuação, em comparação com pavimentos betuminosos comuns, quando na envolvente da via existem fachadas de edifícios, túneis ou semicoberturas. Tal facto deve-se ao acréscimo de reflexões na superfície da estrada por parte das fachadas envolventes que, apesar de elevar o nível de energia sonora produzido, facilita a sua absorção pelo pavimento poroso. De seguida, apresentam-se alguns tipos de pavimentos e respetivas características.

Tipo de Pavimento	Vantagens	Inconvenientes
Betão betuminoso drenante de camada única (BBDr)	Redução e ruído devido às características de absorção. Vantajoso em vias de elevada velocidade. Elevada porosidade, favorece zonas com muita pluviosidade, devido à redução de projeção de gotículas e aumenta resistência à hidroplanagem.	Em vias de velocidade reduzida, não existe efeito de redução sonora. Necessidade de manutenção. Em tempo de chuva, o ruído aumenta cerca de 3,5 dB(A), devido a este pavimento oferecer boas condições de condução. Acumulação de detritos nos poros, deteriorando as suas características.
Camadas de desgaste em mistura betuminosa delgada (MBD)	Boa resistência à deformação e fadiga. Ruído de interação pneu/estrada baixo. Característicos drenantes - diminuição de projeção de gotículas de água. Superfícies com tempo de construção rápida Reciclagem de 70% dos materiais usados durante a construção. Durabilidade de 12 a 20 anos.	Fraca resistência ao deslizamento nos primeiros meses de utilização. Para inverter essa situação é necessário o uso de agregados especiais de elevado custo. Composto de polímeros que ao serem reciclados, tornam-se nocivos ambientalmente.
Mistura betuminosa de granulometria descontínua (MBGD ou SMA)	Redução dos níveis sonoros. A construção não necessita de equipamentos específicos, para além dos habituais em pavimentos correntes. Corretamente fabricados originam boas condições de condução: suavidade, serenidade, redução de projeção de gotículas, boa resistência ao deslizamento. Elevada resistência a deformações e quebras.	Cuidado especial na sua construção – exata proporção volumétrica dos materiais constituintes e correta distribuição dos vazios e mástique.
Exposição de agregados (EACC)	Comportamento acústico eficaz, semelhante ao MBGD ou MBD. Boa resistência ao deslizamento e suavidade. Elevada durabilidade – 20 a 30 anos. Pouca manutenção. Favorável para vias com neve.	Técnicas de construção complexas. Tipo de superfície cara, por isso os agregados podem só ser usados nas camadas superiores.
Superfície de betão texturado longitudinal (SBTx)		Não podem ser usados em vias de elevada velocidade, devido à fraca resistência ao deslizamento. Necessitam de duas camadas de betão.
Revestimentos superficiais em resinas epoxídias (EP-GRIP)	Aplicado em zonas críticas (curvas ou junções), devido à elevada resistência ao deslizamento. Reduzido tempo de construção. Características de redução de ruído mantém-se ao longo do tempo. Usualmente utilizados em túneis e pontes.	Dispendiosos devido à alta qualidade dos seus componentes. Elevada dificuldade de reciclagem.
Betume modificado com borracha (BMB)	Elevada elasticidade, aumento de resistência ao envelhecimento e à propagação de fendas. Diminui a distância de travagem. Diminuição do ruído de circulação de tráfego. Pode ser usado em vias novas como em reabilitação. Pode ser usado para altas velocidades como baixas velocidades. Boa solução para vias existentes com fissuras ou ruído elevado. Possibilidade de reciclagem de pneus para fabrico do pavimento. Custos de manutenção menores.	Custo superior ao do pavimento convencional, contudo, no final da obra pode-se considerar semelhante, pois não são necessárias camadas espessas, para além de determinados trabalhos prévios.

Tipo de Pavimento	Desempenho acústico, em dB(A)						
	Veículos ligeiros			Veículos pesados			
	50 km/h	80 km/h	110 km/h	duplo eixo		multi-eixos	
	50 km/h	80 km/h	110 km/h	50 km/h	85 km/h	50 km/h	85 km/h
Betão betuminoso drenante de camada única	-	76	79	-	82	-	85
Camadas de desgaste em mistura betuminosa delgada	66	72	82	77	84	-	86
Mistura Betuminosa de granulometria descontínua	71	79	82	79	85	82	88
Exposição dos agregados	-	76	84	-	86	-	87
Superfícies de betão texturado longitudinalmente	66	-	85	83	87	82	90

11.3.3 Redução de velocidade - travessias pedestres sobrelevadas

As plataformas sobrelevadas são lombas alongadas com a parte superior plana e as extremidades em rampa, de forma a ser possível o seu uso por todos os utilizadores. Estas soluções são usadas no sentido de redução da velocidade dos automobilistas. Quando a plataforma é usada como travessia pedestre passa a designar-se por travessia pedestre sobrelevada, realizando-se um tratamento da superfície de forma a esta ser parecida ao passeio e dar continuidade ao mesmo, fazendo desta forma com que o veículo sinta que está a atravessar e a galgar um passeio.

Considerando este tipo de medida em zonas escolares, possui como outras vantagens aumentar a visibilidade dos locais de atravessamento pedonal por parte dos condutores, bem como reduzir o volume de tráfego, devido à presença destes obstáculos fazerem os condutores optarem por outros percursos.

É importante manter uma separação adequada na colocação deste tipo de medida, para manter um estilo de condução constante. Se a distância entre plataforma for elevada, os condutores têm tendência a acelerar e desacelerar, podendo aumentar os níveis sonoros.

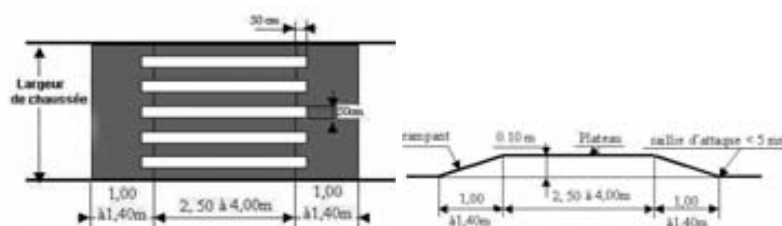


Figura 11-1 – Esquema de constituição de travessia sobrelevada

11.3.4 Redução de velocidade - estreitamento de via

As vias urbanas são geralmente desenhadas para dar prioridade aos meios de transporte motorizados e permitirem velocidades de 50 km/h. Os esforços para reduzir a velocidade nestes tipos de vias, confrontam-se com o problema de os condutores não respeitarem os limites de velocidade. Uma opção para se fazerem cumprir os limites de velocidade é alterar o desenho da via estreitando-a, de forma a que os automobilistas reduzam de forma intuitiva as velocidades.

Neste contexto, existem várias formas para que os condutores tenham a impressão de que não têm prioridade em relação a peões ou ciclistas. Algumas destas possibilidades são o alargamento de passeios, dando mais espaço à circulação de peões, criação de estacionamento, criação de zonas verdes, instalação de ilhas no centro da via, entre outros.

É um método que pode ser aplicado em zonas residenciais com moderado volume de tráfego e velocidade de circulação ou mesmo em vias com volumes de tráfego mais elevados, desde que a diminuição não seja demasiado acentuada. Tem um impacto mínimo para veículos de emergência, mas deve ser conjugado com outras medidas de gestão de tráfego para aumentar a sua eficácia.

No caso concreto da medida proposta para a cidade de Matosinhos, o estreitamento de via irá ser realizado com a aplicação de pilaretes, conforme figura exemplo mais abaixo.

É necessário ter em atenção que o facto de se reduzir a largura da via pode promover conflitos entre veículos, quando essa mesma redução apenas permitir um sentido de circulação, podendo desta forma originar um aumento do congestionamento de tráfego e que a circulação de veículos pesados pode ficar comprometida. Por outro lado, este tipo de soluções traz melhorias visuais à via, bem como melhorias em termos de segurança rodoviária.

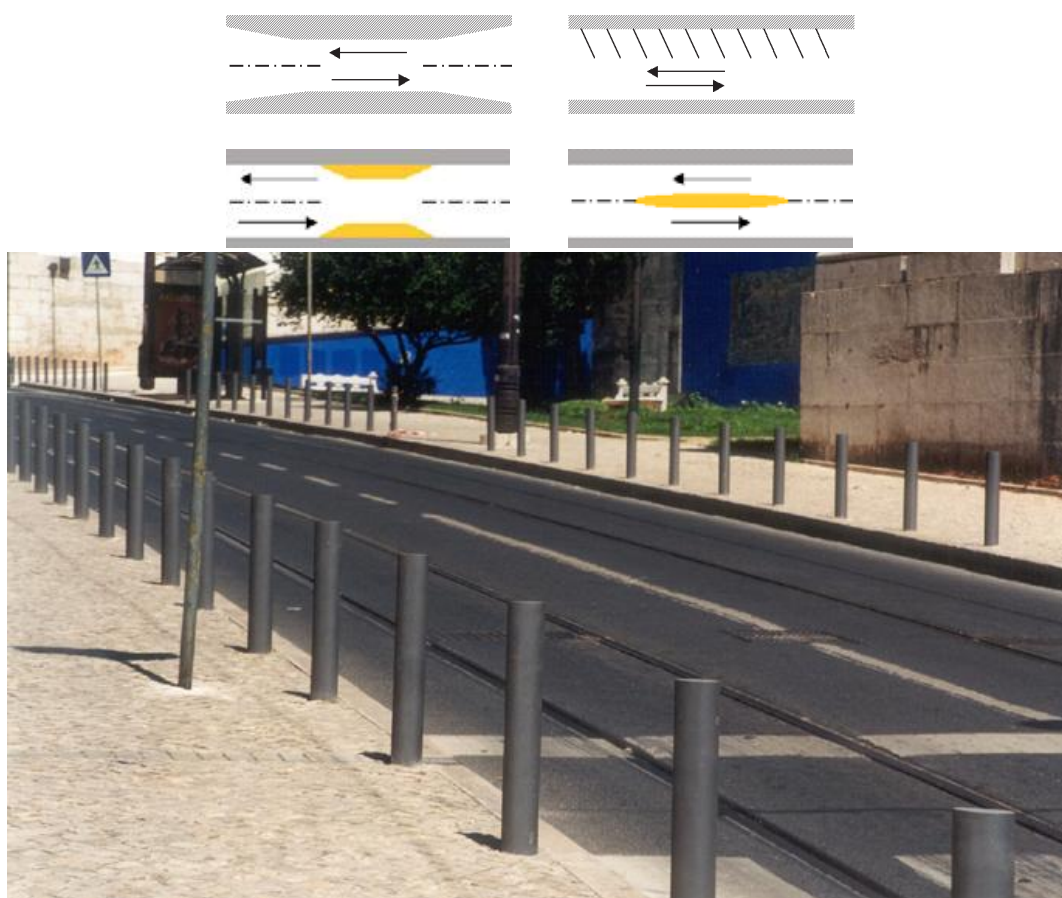


Figura 11-2 – Exemplos de estreitamento de via, com imagem do uso de pilaretes

11.3.5 Redução de velocidade - rotundas

Estas medidas são muitas vezes usadas de maneira a efetuar a transição entre diferentes tipologias de vias, normalmente entre uma via distribuidora principal para uma via distribuidora local no caso de rotundas, e entre uma via distribuidora local para uma via de acesso local ou entre vias de acesso local para o caso de mini-rotundas. São também bastante recomendadas em locais com frequentes zonas de viragens e de inversões de marcha. O facto de as vias de acesso à rotunda terem de ceder a sua passagem aos veículos que nela circulam leva a um

Este Relatório só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando haja autorização expressa da dBwave Mod. 60-05.03

abrandamento da velocidade, diminuindo desta forma os conflitos entre veículos, organizando os fluxos de tráfego e melhorando a sua capacidade e condições de fluidez. Contudo, são obstáculos físicos à circulação de veículos pesados, sendo necessário garantir a facilidade de manobra, adotando superfícies galgáveis para evitar que os veículos sofram danos. São também uma desvantagem para a circulação de peões.

11.3.6 Redução do volume de tráfego

As alterações do volume de tráfego são medidas de gestão de tráfego que potenciam a redução dos níveis sonoros, nas fontes viárias. Mantendo invariáveis os parâmetros de composição do tráfego, velocidade e tipo de condução, uma redução de 50% do volume de tráfego gera uma redução de 3 dB(A). No entanto, é necessário ter em conta que, uma redução do volume de tráfego numa via poderá gerar um aumento de velocidade de tráfego devido ao aumento de fluidez. Assim, é recomendado esta medida ser acompanhada de medidas de redução de velocidade

Redução do volume de tráfego	Redução dos níveis sonoros (L _{Aeq})
10 %	0,5 dB(A)
20 %	1,0 dB(A)
30 %	1,6 dB(A)
40 %	2,2 dB(A)
50 %	3,0 dB(A)
75 %	6,0 dB(A)

No caso das movimentações internas, a minimização do problema passa por um estudo aprofundado para caracterização da situação existente e posterior análise das diversas alternativas de atuação, uma vez que a sua implementação irá influenciar a mobilidade dos automobilistas e toda a área circundante à zona problemática de ruído, podendo acarretar, entre outras consequências, o aumento do nível sonoro nas zonas através das quais se irá realizar a distribuição do tráfego circulante.

O estacionamento é um elemento-chave na regulação do transporte urbano porque a intensidade do tráfego automóvel está diretamente relacionada ao número de vagas de estacionamento, os motoristas utilizam o carro mais frequentemente quando o estacionamento é fácil. Para ser eficaz, uma política de estacionamento deve ser complementada por uma luta efetiva contra o estacionamento ilegal.

O uso do carro particular para conexões de trabalho-casa é altamente dependente da possibilidade de estacionamento no local de trabalho. As políticas recentes de planeamento urbano nos centros das cidades, tendem a limitar o número de vagas de estacionamento criadas em novos escritórios, a fim de incentivar o transporte por via pública ou modos suaves. As regras de urbanismo podem, portanto, desempenhar um papel importante para impedir que os motoristas viajem para o trabalho.

Criar parques de interface modal garantindo a fácil transferência entre o carro particular e os transportes públicos é outro meio de incentivo ao uso de transportes públicos e, consequentemente, leva a uma redução dos volumes de tráfego. Estes parques devem ser facilmente acessíveis a partir da rede rodoviária, atraentes, oferecendo um nível de serviço em linha com as expectativas dos usuários (vigilância, qualidade das rotas e tratamento da paisagem) e têm de ter uma capacidade adaptada às necessidades.

11.3.7 Promoção do uso de transportes públicos

A promoção do uso de transportes públicos também favorece de um modo importante a redução do ruído de tráfego rodoviário. Apesar dos transportes públicos serem veículos pesados (originam em geral um nível ruído superior ao de um transporte ligeiro, exceto soluções como metro de superfície ou veículos elétricos), como são um meio de transporte que acomoda dezenas de pessoas simultaneamente, a comparação do nível sonoro global ponderado é francamente favorável aos transportes privados. Além disso, as suas rotas encontram-se bem definidas, podendo-se desta forma controlar com muito maior exatidão que zonas serão afetadas pelo seu ruído e em que períodos do dia.

Não existe um gráfico de emissão específico para veículos de transporte público. Um fator de equivalência entre veículos ligeiros e autocarros é comumente aceite e segue a seguinte lei simples:

1 autocarro simples = 5 VL

1 autocarro articulado = 6 VL

1 autocarro elétrico ou 1 trolleybus = 2 VL

É possível calcular o ruído emitido por pessoa transportada; se considerarmos uma taxa média de utilização de 25 passageiros por autocarro convencional e 40 para um autocarro articulado, constata-se que um autocarro convencional é 5 vezes menos ruidoso do que um veículo ligeiro e um autocarro articulado 8 vezes menos ruidoso do que um veículo ligeiro.

O município de Matosinhos acordou recentemente com a AMP e com a empresa Resende um conjunto de medidas para a melhoria do serviço público de passageiros prestado, visando fazer chegar o transporte público a mais pessoas, com o menor número de sobreposições de linhas, alterando alguns traçados, para que chegando a mais locais se consiga sensibilizar a população para o uso do transporte público. Foi ainda realizado um acordo com a empresa de transportes Resende para a substituição faseada do material circulante, visando a melhoria da qualidade do ar e sonoro nos locais servidos por este meio de transporte.

11.3.8 Promoção do uso de transportes alternativos

Outras formas de combate à produção de ruído com o auxílio de uma gestão do tráfego são o incentivo ao uso de meios de transporte alternativos como as bicicletas e os percursos a pé. Estas medidas normalmente necessitam que se façam obras de beneficiação/adaptação das vias públicas, com o alargamento dos passeios e criação de ciclovias, de forma a não existirem conflitos com o tradicional tráfego urbano.

Em 2016, o município estudou e implementou uma rede de ciclovias na designada quadra marítima. São cerca de 9,5 km de novos canais implementados em vários arruamentos que somados aos que já existiam somam 24,509 Km. Existe também um estudo que indica a aptidão ciclável do concelho e, onde estão definidas novas prioridades de intervenção e de medidas para a sensibilização dos utentes para a utilização do modo ciclável introduzindo parqueadores para bicicletas nos sítios relevantes do concelho, que conciliem lazer, trabalho e vigilância do equipamento. Para além das ciclovias atrás descritas, acabam de ser construídos alguns troços na envolvente do Norteshopping e estão em construção ainda mais alguns troços no mesmo local, que ainda não estão concluídos, mas que foram aprovados e o Norteshopping comprometeu-se em os construir no âmbito da obra de ampliação do referido Centro Comercial, com supervisão dos serviços camarários.

11.3.9 Promoção do uso de veículos elétricos

Face às novas tendências da indústria automóvel, a promoção da utilização de veículos elétricos (VE) deve ser um eixo estratégico da gestão de controlo de ruído urbano. Neste sentido, as entidades públicas devem promover este tipo de tecnologia criando infraestruturas e práticas (como por exemplo o estacionamento gratuito para VE) nas cidades que potenciem o uso de veículos elétricos, devendo igualmente dotar as suas frotas deste tipo de veículos, principalmente no que toca aos veículos pesados.

Estes veículos, quando comparados com os restantes veículos em circulação, apresentam um conjunto de características que lhes conferem vantagens únicas. A fraca emissão de ruído e de emissões tornaram os veículos elétricos bastante atrativos em termos ambientais.

No caso de um veículo a motor convencional, gasolina ou diesel, o ruído do motor predomina a baixas velocidades e, portanto, contribui para a poluição sonora na cidade. Para um veículo com propulsão elétrica (veículo elétrico ou híbrido em modo totalmente elétrico), o ruído devido ao motor é baixo e o ruído de rolamento é a principal componente de som numa ampla gama de velocidades. Nos arranques e nas paragens, esses veículos têm a vantagem de serem quase silenciosos.

Se a redução de ruído pode ser muito significativa num veículo elétrico, o impacto à escala do tráfego só será considerável se a proporção de veículos elétricos for importante no conjunto do volume de tráfego.

O município de Matosinhos está abrangido por postos de carregamento para veículos elétricos, potenciando neste sentido o uso deste tipo de veículos. Atualmente, existem 4 postos de carregamento, 2 dos quais de carregamento rápido, sendo política do município promover este tipo de transporte.

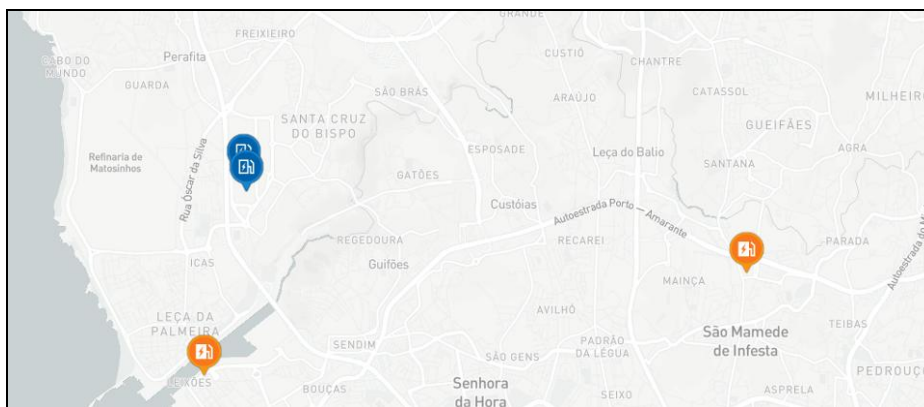


Figura 11-3 – Distribuição dos postos de carregamento elétricos no concelho de Matosinhos – Fonte Mobie.e

No âmbito da energia elétrica, o município de Matosinhos encontra-se a desenvolver uma proposta para elaboração de um plano de implementação de um *Living Lab* para a descarbonização da cidade.

11.3.10 Programa Living Lab de Matosinhos

O objetivo do Living Lab de Matosinhos é criar um bairro inteligente, que se assuma como um espaço de baixo carbono, resiliente, acessível, participado e conectado. A zona de implementação deste programa é a área central da cidade de Matosinhos, delimitada geograficamente, com características distintiva e tem como centralidade o edifício da Câmara Municipal e espaço público envolvente, pretendendo afirmar-se como um bairro inteligente.

Os objetivos do programa Living Lab de Matosinhos, que de uma forma passiva, terão um papel importante na redução do ruído de cidade são os seguintes:

- Reduzir as emissões de carbono e a intensidade carbónica das atividades que se desenvolvam nesta área da cidade;
- Diminuir o consumo de energia;
- Promover a mobilidade urbana sustentável, incluindo a eletrificação dos veículos da frota municipal e veículos de serviços regulados pelo Município (transportes públicos, táxis, veículos de turismo);
- Melhorar o sistema de logística urbana.

Em articulação com o sistema mobi.me, destacam-se intervenções tecnológicas nas seguintes áreas:

- Implementação piloto de prova de conceito de solução de bike-sharing e bike-parking. A solução deverá ser replicável e escalável a outros pontos do concelho, numa lógica integrada com o sistema de mobilidade e transportes de Matosinhos e preferencialmente interoperável com os concelhos vizinhos. Deverá integrar as bicicletas (convencionais e elétricas), o estacionamento (docas e mupies) e o sistema mobi.me (gestão e monitorização da operação de bike-sharing e bike-parking; suporte da relação com utilizador). São previstas estações na Câmara Municipal (Casa em Movimento), CEiiA, Terminal de Cruzeiros e Mercado.
- Quiosques interativos: Desenvolvimento e implementação piloto de mupies para estacionamento das bicicletas enquanto quiosques interativos, integrando outras funcionalidades como wi-fi, carregamento para telemóveis ou outros dispositivos, enchimento de pneus de bicicletas, terminal de pagamentos, informação ao cidadão, etc. Além da concentração de serviços úteis ao cidadão num único ponto, esta solução visa potenciar a interatividade do cidadão com o Living Lab.
- Gestão inteligente de tráfego e do estacionamento: Implementação piloto de solução para monitorização do tráfego, com base no sistema mobi.me, que permita monitorizar em tempo real os fluxos de tráfego e outros indicadores relevantes de eixos estratégicos para o ecossistema de mobilidade e transportes de Matosinhos (entradas e saídas da cidade – A28/A4/Rua Brito Capelo/Av. Afonso Henriques/Rua Roberto Evans e eixos Av. Serpa Pinto e Av. da República). Será também testado um sistema de gestão inteligente de estacionamento, com a geração de informação em tempo real de suporte à tomada de decisão dos condutores e ao controlo operacional e de fiscalização remota por parte do município.
- Monitorização e eletrificação de frota pública: Implementação de sistema de monitorização do uso e eficiência energética da frota municipal (incluindo empresas públicas), promovendo a eletrificação gradual da mesma, evidenciando por via da análise de grandes volumes de dados, bem como a criação de estratégias inteligentes de carregamento em articulação com a criação de condições de microgeração e armazenamento de energia nos diferentes edifícios públicos. Os resultados da transição, sobretudo os seus benefícios, serão comunicados aos cidadãos, promovendo a transição energética em todo o município.
- Monitorização inteligente da concessão de transportes urbanos: Implementação piloto de solução de monitorização em tempo real do serviço de concessão de transportes urbanos do concelho de Matosinhos. Pretende-se produzir informação e conhecimento para suporte ao planeamento, configuração da rede de transportes urbanos, monitorização do nível de serviço, passageiros, etc. Deverá ser garantida a escalabilidade da solução a outras frotas de veículos, como a frota municipal, no sentido de progressivamente conhecer os fluxos e constrangimentos de mobilidade do território em tempo real. Será também disponibilizada, em tempo real, a informação dos tempos de espera nos abrigos das paragens de transportes públicos, na zona de intervenção.
- Semaforização inteligente: Implementação de uma solução de gestão do tempo de espera em função do fluxo de tráfego em cada via que deverá ser integrado com o sistema de monitorização de fluxos de tráfego.

11.3.11 Redução do volume de tráfego pesado

Algumas rotas suportam um considerável volume de tráfego de pesados e essa proporção geralmente aumenta durante o período noturno. Por isso, é importante conhecer o fluxo de veículos pesados com precisão suficiente para determinar a energia sonora emitida por uma seção de estrada. Outra das preocupações do excesso de poluição sonora está relacionada com o número de veículos pesados que atravessam ou abastecem o município. São veículos que emitem um nível de ruído superior ao dos veículos ligeiros, apresentam fraca mobilidade podendo originar situações de conflito no trânsito citadino. Devem por isso ser estudadas soluções de restrição à circulação de veículos pesados, parcial ou total, principalmente em zonas sensíveis tendo sempre em atenção um estudo cuidadoso para que as novas rotas apontadas para a sua circulação não causem problemas nas novas zonas devido à sua fraca mobilidade e consequente facilidade em originar conflitos de tráfego. Esta medida não é apontada aos transportes públicos, apesar de serem igualmente veículos pesados com um nível de ruído elevado uma vez que são meios de transporte que conduzem dezenas de pessoas

À data, o departamento de Planeamento do município de Matosinhos, encontra-se em elaboração de um estudo, com recolha e transcrição para uma planta das situações de arruamentos com condicionamentos/proibições à circulação de pesados. Pretende-se com este estudo fazer uma análise global das restrições e dar-lhes continuidade abrangendo outros arruamentos, de modo a que estes arruamentos não apareçam desgarrados no território, mas aumentarem de forma contínua e sustentável.

11.3.12 Reforço de isolamento de fachada imposto por Regulamento Municipal

Quando as medidas de redução sonora na fonte ou meio de propagação se encontram esgotadas ou impraticáveis, resta proceder em último recurso ao isolamento de fachada dos edifícios, nem que seja quando da realização de obras de reabilitação ou de novas construções.

As zonas mais críticas das freguesias de Matosinhos e da Sra. da Hora e São Mamede da Infesta devem ser abrangidas por um regulamento municipal que obrigue a um reforço de fachada adicional, em função dos níveis de ruído ambiente excedidos, sempre que exista uma nova construção ou reabilitação de edifício existente.

Para uma melhoria do isolamento de fachada, as janelas são os principais elementos a ter em conta. Efetivamente, no conjunto do edifício, estes elementos são os que possuem performance acústica mais fraca, no entanto é muitas vezes necessário considerar melhorias noutras vias de transmissão (por ex.º: caixa de estores, orifícios e aberturas – ventilação, etc.), quando é pretendido implementar esta medida.

O vidro simples, do ponto de vista acústico, distingue-se essencialmente pela massa e rigidez, ou seja, pela espessura. Atualmente, em novas construções esse tipo de vidro é muito pouco utilizado, sendo substituído por vidro duplo – composto por duas folhas de vidro, com espessuras idênticas, destinados essencialmente ao isolamento térmico e igualmente ao isolamento acústico. No entanto, são os vidros duplos com duas espessuras distintas que conferem um mais eficaz isolamento acústico.

O vidro laminado é composto por dois ou vários panos de vidro colados por um ou mais filmes de polivinil ou camadas de resina de síntese, permitindo melhor atenuar o efeito de uma frequência crítica. Montado em caixilharia dupla, este tipo de vidro pode ainda ganhar uma atenuação de 3dB.

As caixilharias são parte integrante das janelas, afetando o isolamento destas. Desta forma, um reforço nas janelas, não deve ter só como base o vidro, mas igualmente o tipo de caixilho: caixilho de correr, caixilho de oscilo-batente e caixilho duplo. A solução a implementar em cada caso, será a escolher pela entidade responsável, dependendo do grau de exigência de isolamento. O quadro seguinte exemplifica valores indicativos de potenciais isolamentos sonoros, para diversos tipos de vidros e caixilharias.

Composição do vidro (mm)	Índice de redução sonora do vidro em relação ao tráfego - $R_{A,tr}$ (dB)	Índice de redução sonora da janela em relação ao tráfego - $R_{A,tr}$ (dB)			Índice de isolamento de fachada - $D_{2m,n,w}$ (dB)				
		Mínimo	Médio	Máximo	30	35	38	42	45
4 (12) 4	27	27	28	30	Possível	Não	Não	Não	Não
4 (12) 6	29	29	31	33	sim	Possível	Não	Não	Não
6 (12) 10	33	33	34	36	sim	Possível	Possível	Não	Não
8 (12) 44.1	35	35	37	38	sim	sim	Possível	Possível	Não
10 (12) 44.1	37	37	38	40	sim	sim	sim	Possível	Não
64.2 (12) 44.1	40	40	41	43	sim	sim	sim	sim	Possível

11.4 QUANTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DAS FONTES RODOVIÁRIAS

No sentido de quantificar a redução de implementação dos Planos de Ação das fontes rodoviárias, as tabelas seguintes apresentam o resultado da implementação das medidas descritas nos pontos anteriores no que diz respeito às fontes rodoviárias geridas pelo município. Quantificam-se igualmente, nos mesmos quadros, as reduções esperadas a partir dos Planos de Ação para as GIT's rodoviárias, de forma a obter-se uma conceção do total de redução esperado das diferentes entidades no município.

De notar que para algumas destas entidades, não foi possível obter-se um resultado quantificável, devido à falta de informação ou informação incompleta fornecida.

Tabela 11-1 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias, segundo classe de exposição para a situação sem Plano de Ação.

Lden Ln	dB(A)	Entidade / Área exposta (ha)					Total (ha)
		Ascendi ²	Brisa ²	AENL ²	EP. ²	Município ³	
55 < Lden ≤ 60		161,3	36,1	283,6	67,6	215,5	764,1
60 < Lden ≤ 65		89,0	1,8	162,8	28,2	124,4	406,2
65 < Lden ≤ 70		23,8	0,4	86,0	14,9	71,5	196,6
70 < Lden ≤ 75		31,5	0,0	40,4	9,8	56,5	138,2
Lden > 75		20,6	0,0	23,7	0	24,7	68,9
Lden ≥ 63						225,0	
45 < Ln ≤ 50		170,8	169,6	636,2	90,8	291,6	1359,0
50 < Ln ≤ 55		131,1	13,3	411,8	137,1	173,7	866,9
55 < Ln ≤ 60		32,0	0,8	283,6	54,5	95,9	466,8
60 < Ln ≤ 65		24,4	0,0	162,8	61,9	64,4	313,5
65 < Ln ≤ 70		33,4	0,0	86,0	0,0	39,8	159,3
Ln > 70		1,0	0,0	64,0	0,0	7,5	72,5
Ln ≥ 53						319,9	

² Valores calculados expeditamente a partir do modelo acústico desenvolvido pela CMM.

³ Valores obtidos através de modelação integral no modelo acústico desenvolvido pela CMM

Tabela 11-2 – Quantificação das áreas expostas ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias, segundo classe de exposição após implementação dos Planos de Ação.

Lden Ln	dB(A)	Entidade / Área exposta (ha)					Total (ha)	% Redução			Total (ha)
		Ascendi	Brisa	AENL	EP.	Município		Ascendi	Brisa	Município	
55 < Lden ≤ 60		336,8	1,1			182,9	520,8	-109%	97%	15%	32%
60 < Lden ≤ 65		156,0	0,0			100,6	256,6	-75%	100%	19%	37%
65 < Lden ≤ 70		132,6	0,0			69,3	201,9	-457%	100%	3%	-3%
70 < Lden ≤ 75		0,0	0,0			45,4	45,4	100%		20%	67%
Lden > 75		0,0	0,0			8,1	8,1	100%		67%	88%
Lden ≥ 63						156,1	156,1			31%	31%
45 < Ln ≤ 50		655,7	7,2			250,6	913,4	-284%	96%	14%	33%
50 < Ln ≤ 55		476,8	2,4			143,5	622,7	-264%	82%	17%	28%
55 < Ln ≤ 60		204,2	0,5			83,2	288,0	-538%	30%	13%	38%
60 < Ln ≤ 65		161,1	0,0			62,1	223,2	-560%		4%	29%
65 < Ln ≤ 70		0,0	0,0			18,1	18,1	100%		55%	89%
Ln > 70		0,0	0,0			2,5	2,5	100%		67%	97%
Ln ≥ 53						212,4	212,4			34%	34%

Tabela 11-3 – Quantificação da população exposta ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias, segundo classe de exposição para a situação sem Plano de Ação.

Lden Ln	dB(A)	Entidade / População exposta (n. habitantes)					Total n. hab
		Ascendi ¹	Brisa ¹	AENL ¹	EP. ²	Município ³	
55 < Lden ≤ 60		3604	200	4300	711	11170	19985
60 < Lden ≤ 65		1389	200	1800	25	4793	8207
65 < Lden ≤ 70		75	0	800	0	6681	7556
70 < Lden ≤ 75		0	0	500	0	6751	7251
Lden > 75		0	0	500	0	1891	2391
Lden ≥ 63						16967	16967
45 < Ln ≤ 50		3871	100	5100	2276	15961	27308
50 < Ln ≤ 55		2326	200	2800	2286	7742	15354
55 < Ln ≤ 60		175	0	1000	658	5666	7499
60 < Ln ≤ 65		2	0	500	22	6088	6611
65 < Ln ≤ 70		0	0	100	0	4866	4966
Ln > 70		0	0	100	0	668	768
Ln ≥ 53						19157	19157

¹ Valores retirados dos estudos de Plano de Acção das respectivas entidades.

² Valores calculados expeditamente a partir do modelo acústico desenvolvido pela CMM.

³ Valores obtidos através de modelação integral no modelo acústico desenvolvido pela CMM

Tabela 11-4 – Quantificação da população exposta ao ruído ambiente proveniente das fontes rodoviárias, segundo classe de exposição após implementação dos Planos de Ação.

Lden Ln	dB(A)	Entidade / População exposta (ha)					Total (ha)	% Redução			Total (ha)
		Ascendi	Brisa	AENL	EP.	Município		Ascendi	AENL	Município	
55 < Lden ≤ 60	3736	Não foi possível quantificar - o PA da A3 não apresenta resultados de redução por município.		4000	Não foi possível quantificar - o PA da EN14 não apresenta resultados de redução por município.	8151	15887	-4%	7%	27%	21%
60 < Lden ≤ 65	1018			1800		6111	8929	27%	0%	-27%	-9%
65 < Lden ≤ 70	32			800		8003	8835	57%	0%	-20%	-17%
70 < Lden ≤ 75	0			500		2475	2975		0%	63%	59%
Lden > 75	0			500		425	925		0%	78%	61%
Lden ≥ 63						14309	14309			16%	16%
45 < Ln ≤ 50	4773	Não foi possível quantificar - o PA da A3 não apresenta resultados de redução por município.		4900	Não foi possível quantificar - o PA da EN14 não apresenta resultados de redução por município.	12643	22316	-23%	4%	21%	18%
50 < Ln ≤ 55	1268			2800		4903	8971	45%	0%	37%	42%
55 < Ln ≤ 60	147			900		9879	10926	16%	10%	-74%	-46%
60 < Ln ≤ 65	0			500		3601	4101	100%	0%	41%	38%
65 < Ln ≤ 70	0			100		1348	1448		0%	72%	71%
Ln > 70	0			100		0	100		0%	100%	87%
Ln ≥ 53						16494	16494			14%	14%

Analisando os resultados anteriores, verificamos que o Plano de Ação apresentado, cumpre com os objetivos de reduzir e mesmo eliminar a exposição nas classes de ruído mais elevadas, consideradas como prioritárias. Como seria de esperar, reduzindo a exposição nas classes mais elevadas, aumenta a exposição nas classes mais abaixo. Classes essas que deverão ser revistas e abrangidas numa fase de revisão dos PAR.

De um modo geral, as infraestruturas de transporte apresentam valores satisfatórios de redução sonora nos níveis mais elevados de exposição, contribuindo assim para uma melhoria no ambiente acústico e cumprindo com os objetivos deste primeiro PAR.

11.5 QUANTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DAS FONTES INDUSTRIAIS

No caso das atividades industriais, é da competência das mesmas a aplicação de medidas adequadas ao cumprimento da legislação em vigor. No entanto, sempre que tal se verifique (situação de incumprimento) as entidades camarárias devem comunicar às respetivas entidades licenciadoras e alertar os próprios para essas situações, advertindo-as com uma possível revogação das licenças de atividade.

Neste estudo, não foi possível quantificar as medidas de redução, por falta de informação mais detalhada, tal como mapas de ruído das infraestruturas, mas igualmente porque na sua maioria, não se identificaram situações de incumprimento de valores-limite. À data deste estudo a Petrogal, encontrava-se numa fase de atualização do mapa de ruído e plano de ação da indústria, desta forma não foi possível uma quantificação exata do impacte sonoro desta importante indústria na envolvente. Prevê-se que a curto/médio prazo, a Petrogal já tenha esta ferramenta concluído possibilitando a sua inclusão desses dados numa próxima revisão deste Plano de Ação de Ruído

Tanto para indústrias existentes, como futuras, existem muitas ferramentas de gestão do urbanismo e das indústrias. É relevante integrar abordagens acústicas a todos os níveis, devendo ser da responsabilidade do município desenvolver instrumentos de ordenamento do território que integrem mais pormenorizadamente essas fontes. É numa primeira fase de organização espacial que se pode otimizar ao máximo a prevenção de ruído industrial.

Por outro lado, é recomendável existir um acompanhamento destas entidades pelo município, no sentido de colaboração entre as partes. Para tal, é ideal o município solicitar uma atualização dos elementos das indústrias quando existam alterações significativas, ou a cada cinco anos no âmbito da atualização do Plano de Ação.

É igualmente recomendável que as entidades industriais mantenham uma boa e regular comunicação com a vizinhança, sobretudo quando os níveis limite são ultrapassados.

11.6 QUANTIFICAÇÃO DAS MEDIDAS DE REDUÇÃO DE OUTRAS FONTES

11.6.1 Fonte aeroportuária

A infraestrutura aérea portuária é da responsabilidade da empresa ANA – Aeroportos de Portugal, SA. À data de realização do PAR já se encontrava desenvolvido o “Plano de ações de gestão e redução de ruído do Aeroporto Internacional do Porto”, para o horizonte temporal 2013 – 2018.

Neste estudo, foram incorporados os mapas de ruído estratégicos referentes ao ano 2011, cedidos pela ANA, podendo assim caracterizar-se a situação sonora inicial, isto é, sem implementação de medidas de ação. Porém não foi possível, quantificar a situação com implementação das medidas de redução listadas, por falta de dados.

Desta forma, é da responsabilidade da ANA acautelar os impactes acústicos desta fonte sonora, remetendo-se assim para consulta do documento que estabelece um plano de atuação para a envolvente da infraestrutura. O mesmo contempla distintas tipologias de atenuação de ruído, o estudo da sua viabilidade e dos correspondentes benefícios e custos, a hierarquização de intervenções e a calendarização das fases. Nele é apresentada uma metodologia de intervenção faseada, com base nas tipologias de soluções de controlo de ruído.

Para além da realização deste estudo, o Aeroporto Internacional do Porto possui um sistema de monitorização de ruído permanente na envolvente para monitorizar e controlar os níveis de ruído gerados pelas aeronaves. Este sistema tem como objetivo permitir uma avaliação do real impacte acústico, bem como verificar o cumprimento das disposições legislativas. O aeroporto encontra-se equipado com 3 estações de monitorização fixas e uma estação portátil.

11.6.2 Fonte portuária

Uma importante infraestrutura que não foi quantificada no MER de Matosinhos e consequentemente no PAR, é o Porto de Leixões. Porém, considera-se importante referir neste documento as ações tomadas pela Administração do Porto de Leixões (APDL).

A APDL tem prosseguido uma abordagem transparente na avaliação dos impactes que a empresa e as atividades desenvolvidas no porto têm junto das populações locais. Estando o Porto de Leixões inserido no tecido urbano do concelho de Matosinhos e a sua área operacional delimitada por duas cidades (Matosinhos e Leça da Palmeira), a APDL tem mantido uma atitude proactiva, empreendendo um conjunto de medidas e alterado processos de trabalho com o objetivo de minimizar os impactes ambientais das operações portuárias, de forma a mitigar os incómodos causados em algumas zonas de interface com a cidade.

Nos casos dos impactes negativos diagnosticados são realizadas medidas de mitigação, através de ações concretas e direcionadas, sintetizadas nos planos operacionais de sustentabilidade da empresa. No que toca o impacte acústico, é importante referir que o Porto de Leixões possui um sistema de monitorização de ruído contínuo, 24h/365 dias ano, na área portuária, que permite analisar as fontes emissoras mais ruidosas, de forma a serem implementadas medidas eficazes de minimização ou de correção dos impactes na movimentação das mercadorias, em tempo real. Destaca-se que o Porto de Leixões é o único porto do país a ter este sistema instalado.

Para além do sistema referido, o Porto de Leixões, no âmbito de implementação de medidas para minimizar a propagação de poeiras na operação de movimentação da estilha, instalou uma barreira de contenção construída com contentores. A configuração desta barreira, tem servido igualmente o propósito de redução de ruído propagado pela atividade de movimentação de maquinarias, podendo ser replicada noutras zonas do Porto e constitui um exemplo de engenho de solução de redução de ruído.

11.7 ORÇAMENTAÇÃO E CALENDARIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

Resumindo o conjunto de medidas de redução apresentadas no Plano de Ação, a tabela seguinte sintetiza a orçamentação e calendarização das mesmas, tendo em conta o horizonte temporal do PAR.

Tabela 11-5 – Quadro resumo de orçamentação e calendarização das medidas de redução.

ID da medida de redução	Ano 0	Ano 1	Ano 2	Ano 3	Ano 4	Ano 5
Rua Serpa Pinto – M1.1	Sem Info					
Rua Serpa Pinto – M1.2		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Rua Serpa Pinto – M1.3		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Rua Serpa Pinto – M1.4		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Av da República – M2.1		Sem custo estimado				
Av da República – M2.2		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Av da República – M2.3		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Av. Eng. Duarte Pacheco – M3.1	Sem Info					
Av. Eng. Duarte Pacheco – M3.2		Sem custo estimado				
Rua 5 de Outubro – M4.1					Sem Info	
Rua 5 de Outubro – M4.2		Sem custo estimado				
Av. do Conde – M5.1		Sem custo estimado				
Rua Godinho Faria – M6.1		Sem custo estimado				
Rua Silva Brinco – M7.1	S/ info				Sem Info	
Rua Silva Brinco – M7.2	S/ info				Sem Info	
Rua Nova do Seixo – M8.1	26 100 €					
Rua Roberto Ivens – M9.1		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Rua Roberto Ivens – M9.2		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Rua Roberto Ivens – M9.3		Sem custo estimado				
Av. Xanana Gusmão – M10.1						100000 €
Av. Antunes Guimarães – M11.1		Custo diluído no âmbito de outros programas				
Av. Da Liberdade – M11.1		Custo diluído no âmbito de outros programas				
TOTAL	26 000 €					100000€

Em termos de intervenção, a maioria das medidas propostas encontram-se diluídas noutros programas pelos que os custos serão particamente nulos. Nessa etapa, muitas das medidas propostas estão em fase de estudo e consequentemente a serem quantificadas. É importante referir que muitas das medidas apresentadas serão adotadas gradualmente durante o horizonte temporal do presente PAR, apresentando uma extensão de vários anos no calendário.

11.8 MONITORIZAÇÃO DO PLANO DE AÇÃO

O presente plano deverá ser alvo de um programa de monitorização de modo a verificar-se a eficácia das medidas de redução entretanto adotadas, bem como da necessidade de adoção de medidas suplementares ou intervenção em novas zonas visando o cumprimento do definido no n.º 1, do artigo 11º, do Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro.

Este programa será realizado através do sistema de monitorização que o município já tem implementado e durará o período de vigência do Plano de Ação.

O Sistema de Monitorização de Ruído do Município de Matosinhos contempla a existência no terreno de pontos de medição contínua (atualmente 4 pontos operacionais).

Para o estabelecimento da rede de monitorização do ambiente sonoro foram identificados pontos estratégicos por todo o concelho, que reunissem condições do ponto de vista acústico para serem representativos do ambiente sonoro existente na envolvente de espaços classificados (RAN & REN).

A rede de monitorização contínua de ruído ambiente é constituída por analisadores de ruído DUO da 01dB, adequados para instalação no exterior e preparados para situações adversas, com comunicações 3G para transmissão remota dos dados. A rede de monitorização permite avaliar os níveis sonoros do concelho ao longo do tempo, de forma a agir sobre situações de incumprimento e atuar proactivamente na prevenção de problemas de poluição sonora.

12. CONCLUSÕES

O presente documento apresenta o Plano de Ação de Ruído de Matosinhos. Neste âmbito, o Mapa de Ruído Estratégico de base elaborado em 2016, foi atualizado em termos de cartografia e foram complementadas as fontes de ruído rodoviárias, introduzindo alguns dos principais eixos do conjunto municipal rodoviário. Para tal, estas vias foram caracterizadas *in situ* através de contagens de tráfego e levantamento das características das vias. Para validação destas novas fontes sonoras, foram realizadas medições de ruído de curta e longa duração.

O MER contemplou assim algumas das principais fontes rodoviárias municipais, as Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT), quer as rodoviárias que a de tráfego aéreo (Aeroporto Internacional do Porto) e as principais fontes industriais do concelho (PCIP's). Na área do município as GIT apresentam uma grande influência, sobretudo as GIT rodoviárias. À data do presente estudo, todas as entidades responsáveis pela GIT já se encontravam com os planos de ação elaborados. Essas mesmas entidades forneceram esses Planos ao município para se poderem incorporar os resultados neste estudo e se obter o panorama geral em termos acústicos, antes e após a implementação dos respetivos Planos de Ação. De notar, que esses dados foram fornecidos em diferentes formatos e que a metodologia de incorporação no presente Plano de Ação teve de ser adaptada em função da informação fornecida.

Como seria de esperar, as infraestruturas rodoviárias são as fontes sonoras dominantes na área em estudo. O município é atravessado por um grande número de importantes infraestruturas de transporte rodoviário e apresenta igualmente uma densa rede viária municipal que serve os principais aglomerados urbanos.

A partir dos resultados do MER, é possível verificar que:

- A concessão da AENL (A28) e rodovias geridas pelo município são as que mais se estendem em área de influência acústica acima dos respetivos valores-limite, sendo maior a extensão em área no período L_n comparativamente com o período L_{den} . São igualmente estas últimas as principais fontes de sobre-exposição para os residentes do concelho, expondo cerca de 10% da população residente a valores acima do limite durante o período L_{den} e cerca de 11% da população residente durante o período noturno.
- Considerando a contribuição das fontes industriais é possível notar que o impacto do ruído industrial não é significativo, uma vez que na generalidade os valores limite são ultrapassados numa pequena extensão e afetam uma pequena fração da população residente da envolvente (sem prejuízo de, neste caso, ser necessário ter em conta outros critérios regulamentares para além do critério de máxima exposição analisado neste Plano de Ação, nomeadamente o critério de incomodidade).
- Quanto à atividade da fonte aérea, esta influencia uma vasta área em termos de exposição ao ruído, mas em termos de população exposta este número é reduzido, tendo sobretudo um impacto negativo durante o período noturno, num número reduzido de população no que toca a ultrapassagem dos valores-limite.

Relativamente às fontes sonoras consideradas no MER, e à exceção das fontes rodoviárias geridas pelo Município, não é da competência deste implementar medidas corretivas nas situações de não cumprimento da regulamentação, através da realização de Planos de Ação ou de estudos acústicos detalhados.

Deste modo, as medidas de mitigação de ruído apresentadas neste Plano de Ação dizem respeito essencialmente ao ruído rodoviário produzido pelas fontes da responsabilidade do município de Matosinhos. A metodologia para identificação das zonas críticas alvos de medidas de redução baseou-se na análise dos mapas de conflito parciais destas fontes de ruído.

Por ausência de zonamento acústico, que se encontra atualmente em elaboração, e para quantificar as necessidades de redução, foi atribuída uma classificação acústica de “Zonas Não Classificadas” para toda a área do concelho, com os valores-limite de ruído de 63 dB(A) e 53 dB(A), para os indicadores L_{den} e L_n , respetivamente.

Face a esta classificação, verificou-se que o período noturno é o período mais crítico em termos de ultrapassagem dos valores-limite. Verifica-se igualmente que, de uma forma geral, grande parte das zonas adjacentes às rodovias estudadas ultrapassam em mais de 5 dB(A) os valores-limite e que, nas zonas dentro de aglomerados urbanos, estes limites são excedidos em algumas zonas em mais de 10 e 15 dB(A), constituindo as situações mais críticas em termos de exposição sonora.

Considerando os critérios de priorização estabelecidos, identificaram-se zonas críticas de atuação. Foram identificadas 11 zonas críticas alvo de medidas de mitigação que se localizam especialmente nos principais aglomerados urbanos. A seleção de medidas de redução visou sempre o princípio de redução na fonte como primeira alternativa. Porém estas zonas críticas estão situadas, na maioria dos casos, em zonas urbanas consolidadas, com pouca margem de manobra para implementação de medidas ativas de redução sonora na fonte.

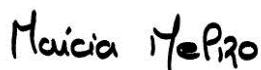
Como tal, nos casos de impossibilidade de redução na fonte e no meio de propagação, propôs-se atuar a nível dos recetores, estabelecendo em regulamento municipal um critério de reforço de isolamento de fachada adicional, em função dos níveis de ruído ambiente excedidos, sempre que exista uma nova construção ou reabilitação de edifício existente.

Para além das medidas ativas de redução de ruído (alteração de pavimento, estreitamento de via, etc), muitas das medidas passivas de redução de ruído propostas fazem parte de diversos programas do município que estão sendo implementados e que terão seguramente um efeito muito positivo no fator ruído.

A quantificação dos resultados esperados com implementação do PAR só foi possível para as fontes rodoviárias e ainda assim nem em todas. Prevê-se que, volvidos os 5 anos de implementação do Plano, a população exposta ao ruído gerado pelas fontes rodoviárias da responsabilidade do município decresça em cerca de 16% para o indicador L_{den} e cerca de 14% para o indicador L_n , considerando os valores-limite de Zonas Não Classificadas. Este decréscimo é observado essencialmente nas classes de ruído mais elevadas, para as quais o presente PAR foi projetado. Nas restantes fontes rodoviárias que foi possível quantificar, observam-se igualmente decréscimos nos dois indicadores, cumprindo assim com o objetivo de minimizar o número de pessoas expostas a níveis excessivos de ruído de tráfego rodoviário.

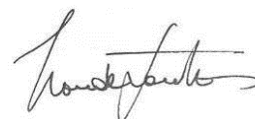
Por último, o presente Plano deverá ser alvo de um programa de monitorização de modo a verificar-se a eficácia das medidas de redução entretanto adotadas, bem como da necessidade de adoção de medidas suplementares ou intervenção em novas zonas visando o cumprimento do definido no n.º 1, do artigo 11º, do Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro. Este programa será realizado através do sistema de monitorização que o município já tem implementado e durará o período de vigência do Plano de Ação.

O Técnico Responsável

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Márcia Melro".

Márcia Melro
Técnica Superior

O Responsável Técnico

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Luís Conde Santos".

Luís Conde Santos
Diretor Técnico

13. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho
2. Regulamento Geral do Ruído – Decreto-Lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro.
3. Oliveira de Carvalho, A.P. & Rocha, C, Manual Técnico para Elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído, Agência Portuguesa do Ambiente, 2008.
4. Kloth, M, Vancluyse, K, & Clement, F, Manual del profesional para la elaboram de planes de acciona contra gel ruído ena gel âmbito local, Provento SILENCE.
5. Directrizes para lá Reducción del Ruido causado por el Tráfico Rodado - Sustainable Mobility Initiatives for Local Environment - SMILE, 2003.
6. Larsen, L & Bendtsen, H, Noise reduction with porous asphalt - costs and perceived effect, 2006.
7. Directrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias, DGA / DGOTDU, 2001.
8. Norma Portuguesa Exposure”, European Commission Working Group Assessment of Expos – 1730 (1996) – “Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos”.
9. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – “Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 2: Recolha de dados relevantes para o uso do solo”.
10. Norma Portuguesa – 1730 (1996) – “Acústica, Descrição e Medição de Ruído Ambiente – Parte 3: “Aplicação aos limites do Ruído”.
11. Norma Portuguesa – 4361 (2001) – “Acústica, Atenuação do Som na sua Propagação ao Ar Livre – Parte 2: “Método Geral de Cálculo”.
12. Directiva Comunitária 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente, de 25 de Junho de 2002.
13. NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), publicado no "Arrêté du 5 Mai. 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 MAI 1995, article 6”.
14. Norme XP S31-133(2001) – Bruit des infrastructures de transports terrestre. Calcul de l’atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur incluant les effets météorologiques.
15. Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévision des niveaux sonores”, CETUR, 1980.
16. Wolfgang Probst, Implementation of the EU-directive on Environmental Noise Requirements for Calculation Software and Handling with CadnaA, 2003.
17. Wolfgang Probst, Bernd Huber, A Comparison of Different Techniques for the Calculation of Noise Maps of Cities, International Congress and Exhibition in Noise Control Engineering, 2001.

18. Wolfgang Probst, Bernd Huber, Integration of Area Noise Control into Programs into a Citywide Noise Control Strategy, Institute of Acoustics – Proceedings, Vol. 23, Pt 5, 2001.
19. “Guide pour l’élaboration des Plans de prévention du bruit dans l’environnement », 'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie (ADEME)
20. “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noiseure to Noise (WG-AEN), 2006.

ANEXOS

ANEXO 1 – MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

ANEXO 2 – MAPAS DE RUÍDO PARCIAIS

ANEXO 3 – MAPAS DE CONFLITO – SEM PAR

ANEXO 1

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

ANEXO 2

MAPAS DE RUÍDO PARCIAIS

ANEXO 3

MAPAS DE CONFLITO – SEM PAR