

Laboratório de Acústica e Vibrações – LABAV

MUNICÍPIO DE MIRANDELA

MAPAS DE RUÍDO DO CONCELHO DE MIRANDELA

-----*Resumo Não Técnico*-----

Relatório n.º MR.2308/14-CM

24 de outubro de 2014

ÍNDICE

1. Descrição e Enquadramento do Estudo	3
2. Aspectos Metodológicos	4
2.1 Área de Estudo	4
2.2 Indicadores de Ruído Adoptados	5
2.3 Escala de Cartografia de Base	6
2.4 Períodos de Referência Considerados	6
2.5 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação	6
2.6 Método de Elaboração dos Mapas	7
2.7 Fontes de Ruído – Recolha e Tratamento de Dados	7
3. Resultados	9
4. Principais Conclusões.....	12

EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Cláudia Jacinto, Eng. ^a	Técnica LabAV	
APROVAÇÃO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Nuno Pereira, Dr.	Diretor Técnico	

1. Descrição e Enquadramento do Estudo

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (RGR), é o diploma nacional que atualmente rege a prevenção e o controlo da poluição sonora, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem-estar das populações.

Pretende-se integrar o fator ruído na tomada de decisão por forma a evitar a coexistência de usos do solo conflituosos e prevenir a exposição das populações a um fator de poluição que vem sendo um dos principais fatores de mal-estar da população, no que às temáticas ambientais diz respeito. O objetivo fundamental é assegurar os seguintes limites de exposição (artigo 11.º do RGR)¹²:

- a) As **zonas sensíveis** não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior, **superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n .**
- b) As **zonas mistas** não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior, **superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n .**

Prevê o RGR, no n.º 2 do artigo 6.º, que é da competência dos municípios «a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas». No artigo 8.º enquadram-se os requisitos dos «planos municipais de redução de ruído», que devem ser implementados quando as zonas sensíveis ou mistas se encontram expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores fixados no artigo 11.º.

No trabalho a que se reporta o presente **Resumo Não Técnico (RNT)** elaboraram-se Mapas de Ruído descritores dos níveis sonoros característicos de toda a área do **Concelho da Mirandela**, em termos dos indicadores L_{den} e L_n .

Um Mapa de Ruído é uma representação da distribuição geográfica de um indicador de ruído, reportando-se a uma situação existente ou prevista para uma determinada área. Constitui uma ferramenta ímpar para prever e visualizar espacialmente os níveis sonoros, onde, nomeadamente, se identificam e catalogam fontes ruidosas e recetores expostos.

Atualmente, estes trabalhos são preferencialmente efetuados recorrendo a programas computacionais de modelação da emissão e propagação sonora a partir de um conjunto diversificado de informações de base. Estes dados de base podem ser teóricos ou obtidos por técnica de medição.

¹ Os municípios podem estabelecer em espaços delimitados, designadamente em centro históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos estabelecidos para zonas sensíveis.

² Valores que podem variar consoante exista ou esteja projetada para a sua proximidade uma grande infra-estrutura de transporte.

Em qualquer caso, e por motivos de consistência técnica, as medições são indispensáveis para preencher lacunas de informação e por forma validar adequadamente os cenários gerados por modelação matemática.

Seguidamente, são descritos os aspetos metodológicos essenciais do estudo efetuado, os principais resultados obtidos e os dados conclusivos que se consideram relevantes incluir neste RNT³.

2. Aspetos Metodológicos

2.1 Área de Estudo

O objeto do presente trabalho consistiu na elaboração dos Mapeamentos de Ruído de toda a área do concelho de Mirandela.

O Concelho de Mirandela abrange uma área territorial de cerca de 659 km² integrando 30 freguesias: Abambres, Abreiro, Aguieiras, Alvites, Avantos e Romeu, Avidagos, Navalho e Pereira, Barcel, Marmelos e Valverde da Gestosa, Bouça, Cabanelas, Caravelas, Carvalhais, Cedães, Cobro, Fradizela, Franco e Vila Boa, Frechas, Freixeda e Vila Verde, Lamas de Orelhão, Mascarenhas, Mirandela, Múrias, Passos, São Pedro Velho, São Salvador, Suções, Torre de Dona Chama, Vale de Asnes, Vale de Gouvinhas, Vale de Salgueiro e Vale de Telhas.

O concelho de Mirandela tem uma população residente de 23 850 habitantes (dados do Censos 2011).

Relativamente à rede viária, o concelho possui uma malha viária radial, sendo a acessibilidade externa do concelho assegurada pelo IP4 e a ligação à cidade feita através da EN213, ER315 e EN15. A malha viária é ainda constituída por Estradas Nacionais (EN), Estradas Regionais (ER), Estradas Municipais (EM), Caminhos Municipais (CM) e outras estradas que fazem parte da malha mas que não têm qualquer designação, sendo vias que têm como funções acesso e mobilidade), destacando-se: EN213, Variante à EN213, ER315, ER206, EM206-1, EM15 e EM15-4.

³ Um Resumo Não Técnico é um documento simplificado que deve sumariar e traduzir, em linguagem o menos técnica possível, o conteúdo do Relatório Técnico, que deverá descrever com rigor e detalhe todo o trabalho efetuado. O objetivo do RNT deve, portanto, ser o de tornar a informação essencial do trabalho acessível a todos os cidadãos interessados.

O presente RNT sumariza a informação incluída no Relatório Final n.º MR.2307/14-CM, de 24/10/2014, elaborado pela equipa técnica da ECO 14.

Do ponto de vista das atividades económicas, o concelho de Mirandela, apesar da importância do sector primário, apresenta uma estrutura económica assente no sector terciário (restauração e alojamento) e secundário, em detrimento do sector primário.

2.2 Indicadores de Ruído Adotados

A elaboração de um Mapa de Ruído carece da definição prévia do parâmetro para o qual se referencia a “quantidade” do som.

O Som é definido como qualquer a variação da pressão atmosférica suscetível de ser percebida pelo ouvido humano. O Ruído é tipicamente considerado como todo o som indesejável ou incomodativo.

O ruído ambiente é normalmente expresso em termos de nível de pressão sonora. O «nível» permite expressar uma determinada quantidade relativamente a um valor de referência - no caso do ruído, este valor de referência é o limiar da audição que, para um indivíduo médio e com a função auditiva preservada, se situa nos 20 μPa (0,00002 Pa).

A aplicação direta de uma escala linear de pressão sonora (em Pa) resulta numa escala muito larga e de difícil manuseamento. Por outro lado, sabe-se que o ouvido humano responde de forma não linear a diferentes magnitudes de níveis sonoros, aproximando-se mais de uma resposta logarítmica.

Por estes motivos, é mais prático e vantajoso expressar os parâmetros acústicos em termos de uma taxa logarítmica relativamente a um valor de referência. Esta taxa logarítmica é traduzida pelo decibel - dB.

Quando se pretende expressar a exposição humana ao ruído, o ruído é ainda ponderado em termos de resposta qualitativa do nosso aparelho auditivo que não responde de forma igual a diferentes frequências. Utiliza-se então a curva de resposta normalizada “A” (a que mais se aproxima, no domínio da frequência, da resposta humana ao ruído), sendo então os níveis de ruído expressos em dB(A).

De acordo com as prerrogativas nacionais e comunitárias aplicáveis, no presente estudo tomou-se como parâmetro acústico o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A, $L_{Aeq,LT}$, na aceção do estabelecido na norma NP ISO 1996:2011. Trata-se de um indicador médio sonoro num determinado intervalo de tempo considerado e consiste numa média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes para as séries de intervalos de tempo de referência compreendidos nesse intervalo de tempo.

Assim, em conformidade com o RGR, foram determinados os indicadores de ruído diurno (***L_d***), do entardecer (***L_e***) e noturno (***L_n***), definidos como sendo os níveis sonoros médios de longa duração, determinados durante séries dos respetivos períodos de referência (diurno, do entardecer ou noturno) representativos de um ano.

A partir dos indicadores anteriores obtêm-se o indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (***L_{den}***), correspondendo a um indicador de ruído associado ao incómodo global. Este indicador corresponde ao ruído ambiente de 24 horas, que penaliza os níveis de ruído ocorrentes nos períodos entardecer e noturno, uma vez que, em geral, estão associados a maior incómodo.

Os mapas de ruído foram elaborados para os indicadores de ruído ***L_{den}*** e ***L_n*** reportados a uma altura 4 m acima do solo.

2.3 Escala de Cartografia de Base

Sendo um Mapa de Ruído um documento onde se descrevem os níveis de ruído que se verificam numa determinada área, é obviamente necessário definir a peça onde se pretende “fazer” essa descrição.

Neste estudo foi utilizada, como base de trabalho, a cartografia concelhia à escala de Plano Diretor Municipal.

2.4 Períodos de Referência Considerados

Conforme estabelecido no RGR, consideraram-se os períodos de referência diurno (7h-20h), do entardecer (20h-23h) e noturno (23-7h).

2.5 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação

O cálculo computacional dos níveis sonoros de uma área em estudo carece da definição de um conjunto de parâmetros de base ao cálculo que influenciam aspetos como o detalhe e rigor da abordagem e o tempo de cálculo para a obtenção dos Mapas de Ruído.

Assim, para efeitos de cálculo a área do concelho de Mirandela foi dividida numa malha de 15*15 metros, resultando em cerca de 2 938 207 pontos de cálculo. A altura de avaliação utilizada foi a recomendada pela norma europeia: 4 metros acima do nível do solo. O modelo altimétrico considerado baseou-se curvas de adensamento topográfico de equidistância de 10 metros. Foram levados em consideração os fenómenos de reflexão (reflexões de 1.^a ordem).

Em termos de fenómenos de absorção sonora pelo solo, considerou-se que o mesmo era mediantemente absorvente (coeficiente de absorção sonora, $\alpha_{med}=0,5$).

2.6 Método de Elaboração dos Mapas

No presente estudo, utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação. Por motivos de consistência técnica, efetuou-se um conjunto de medições de validação indispensáveis à obtenção de Mapas Acústicos representativos e reprodutíveis.

Para a elaboração dos Mapas de Ruído do presente estudo, utilizou-se o *software* computacional para simulação da emissão e propagação sonora “IMMI”, versão 6.3.1 de 2008 (*Wölfel Meßsysteme GmbH*, Alemanha). Trata-se de um programa computacional de eficácia comprovada e parametrizado de acordo com métodos de cálculo devidamente validados e recomendados pela Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Para que o IMMI possa gerar um determinado campo sonoro pretendido foi necessário fornecer um conjunto de informação de base que caracterize adequadamente a emissão, propagação e receção do som, nomeadamente:

- ☐ A altimetria da área em estudo;
- ☐ Dados meteorológicos;
- ☐ Volumetria e forma de edifícios e outras barreiras sonoras;
- ☐ Localização e catalogação de recetores;
- ☐ Caracterização da potência sonora das fontes.

2.7 Fontes de Ruído - Recolha e Tratamento de Dados

Na aceção do previsto no RGR, fontes de ruído resultam de atividades ruidosas de carácter permanente, os seja, são todas as atividades susceptíveis de produzir ruído nocivo ou incomodativo, para os que habitem, trabalhem ou permaneçam nas imediações do local onde decorrem. Estão excluídas do âmbito dos Mapas de Ruído atividades ruidosas ditas temporárias (obras de construção civil, competições desportivas, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados).

Concretamente para o caso estudado, e segundo os critérios adiante detalhados, consideraram-se basicamente 2 tipologias de fontes sonoras: **tráfego rodoviário** e **tráfego ferroviário**.

O ruído de tráfego aéreo e de instalações industriais não foram incluídos no estudo, pela sua diminuta relevância no parâmetro avaliado.

O ruído industrial foi objeto de levantamentos de campo destinados à identificação de áreas / unidades industriais potencialmente relevantes em termos de emissões sonoras, tendo-se constatado a inexistência de pontos de emissões ruidosas significativas.

O Aeródromo de Mirandela, não possui movimentações significativas, que gerem impacto significativo em termos de emissão sonora de longa, uma vez que o principal objetivo do mesmo é a promoção de atividades aeroespaciais e afins de categoria amadora

O quadro seguinte apresenta as vias de tráfego rodoviário caracterizadas no âmbito do presente estudo.

Quadro 1: Vias rodoviárias consideradas no estudo.

Tipo de Via	Designação da Via
Itinerários Principais	A4 e IP2
Estradas Regionais e Nacionais	EN15; EN206-1; EN213; ER315; EN102-1; EN314; EN514; ER206; ER315 e Variante EN213
Estradas Municipais	EM529; EM532; EM535; EM553; EM 558; EM559; EM560; EM561; EM548; EM582 e EM603
Caminhos Municipais	CM1077
Arruamentos de interesse	Acesso EN15 [MDL-T9 e MDL-T11]; Acesso da Zona Industrial [MDL-T35]; Alameda Rio Tua [MDL-T20]; Avenida Francisco Sá Carneiro [MDL-T16 e MDL-T18]; Avenida Nossa Senhora do Amparo [MDL-T21]; Avenida Ponte da Europa [MDL-T19]; Avenida 25 de Abril [MDL-T28 e MDL-T29]; Avenida Amoreiras [MDL-T26]; Avenida São João [MDL-T32 e MDL-T34]; Bairro São José [MDL-T2]; Rua 25 de Abril [MDL-T1]; Rua Alexandre Herculano [MDL-T14]; Rua Convento [MDL-T31]; Rua Eng. Machado Vaz [MDL-T27 e MDL-T15]; Rua Peleiros [MDL-T17]; Rua São Sebastião [MDL-T33]; Rua Vale de Azenha [MDL-T30]; Travessa Ponte Romana [MDL-T10] e Urbanização Dom Dinis [MDL-T22].
Vias Futuras/Projetadas	Vias projetadas do sistema de distribuição secundária (VF1 e VF2).

O trabalho de recolha de dados necessários à previsão dos níveis sonoros envolveu a realização de campanhas de contagem de tráfego em 38 pontos de contagem e de

caracterização das demais características relevantes das vias (tipo de piso, velocidades de circulação, etc.), bem como pesquisa de informação aplicável em “Recenseamentos de Tráfego” da EP - Estradas de Portugal, SA.

O ruído industrial foi objeto de levantamentos de campo destinados à identificação de áreas / unidades industriais potencialmente relevantes em termos de emissões sonoras, tendo-se constatado a inexistência de pontos de emissões ruidosas significativas.

O trabalho de caracterização de fontes sonoras para a obtenção dos dados de entrada indispensáveis à modelação englobou um trabalho misto de levantamento de dados *in situ* (fluxos de tráfego, tipologias de vias, etc.) e de medições *in situ* de verificação / validação.

A validação do processo de cálculo foi efetuada por comparação dos resultados obtidos na modelação com os obtidos numa campanha de medições acústicas. Como critério de aceitação/validação dos resultados obtidos por modelação, foi fixado em 2 dB(A) a diferença máxima aceitável entre os resultados previstos e os resultados das medições.

3. Resultados

Nas figuras 1 e 2 resumem-se os resultados finais, em termos de dados de entrada mais significativos (fluxos de tráfego), para o tráfego rodoviário.

Relativamente a via projetada, em razão da inexistência de estudos disponíveis sobre previsões de tráfego para estas vias, adotaram-se estimativas de fluxos de tráfego em função da dinâmica atualmente existente e tendo também em consideração a tipologia da via em causa e a previsível magnitude de utilização (quadro 2).

No Anexo I apresentam-se os Mapas de Ruído finais obtidos no âmbito do presente estudo para a situação atual (Ano 2014).

No Anexo II apresentam-se os Mapas de Ruído finais que incluem já uma previsão do ruído gerado por vias rodoviárias futuras (assumindo-se um horizonte temporal a 10 anos - ano 2024).

Estes resultados decorrem de metodologias de avaliação detalhadamente descritas no Relatório Final deste estudo. Por razões de simplificação deste texto, não é incluída no presente resumo toda a descrição exhaustiva dos dados de entrada utilizados, matéria que se encontra adequadamente descrita da Relatório Final do estudo.

Quadro 2: Estimativa de tráfego na via projetada.

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

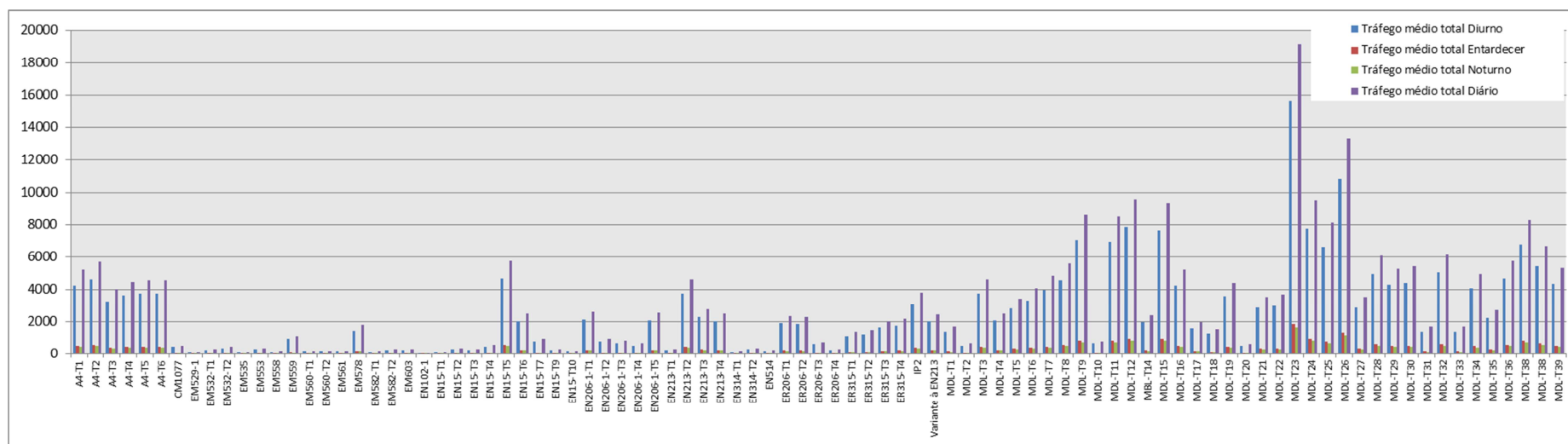


Figura 1: Estimativas dos quantitativos de tráfego rodoviário médio diário total.

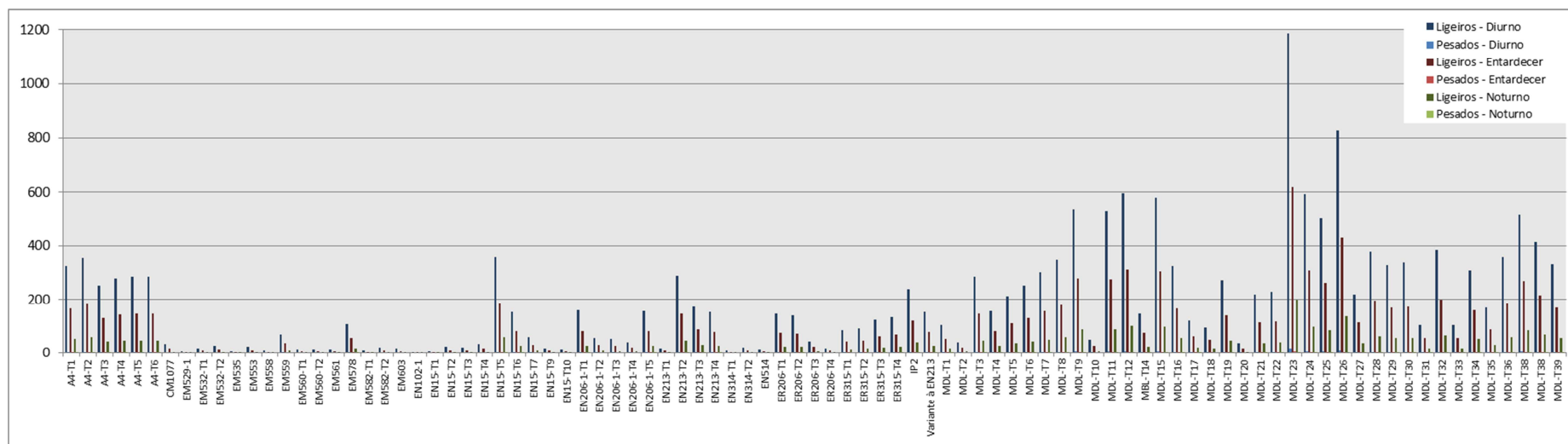


Figura 2: Fluxos horários médios estimados, por estrada, tipologia de veículos e período de referência.

4. Principais Conclusões

Para além de possibilitar uma visão qualitativa da distribuição geográfica dos níveis sonoros da área em análise, um Mapa de Ruído do tipo do desenvolvido deve fornecer indicadores quantitativos da população exposta ao ruído.

A partir de dados sobre densidades populacionais do concelho e das suas freguesias e dos níveis sonoros da fachada mais exposta de cada recetor sensível (edifício habitacional, escolar, hospital ou similar ou espaço de lazer), estimou-se as percentagens de exposição da população às diferentes classes de níveis de ruído.

Estas estimativas, para ambos os indicadores de ruído (**Lden** e **Ln**), apresentam-se no quadro 3 e gráficos das figuras 3 e 4.

Quadro 3: Estimativas (em %) de população exposta a diferentes intervalos de níveis sonoros, para os indicadores de ruído **Lden** e **Ln**, nos dois cenários estudados.

Classes de níveis sonoros do Indicador LAeq, dB(A)	Lden						Ln					
	Ano 2014		Ano 2024		Variação (2024-2014)		Ano 2014		Ano 2024		Variação (2024-2014)	
<45	75		75		0		96	96	96	96	0	0
45-50	15	97	15	97	0	0	2	3	2	3	0	0
50-55	7		7		0		1		1		0	
55-60	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
60-65	1		1		0		0	0	0	0	0	0
65-70	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
>70	0		0		0		0		0		0	

Observações:

A coloração da tabela pretende confrontar os valores obtidos com os limites estabelecidos no RGR para zonas sensíveis (sombreado verde) e zonas mistas (sombreado amarelo). A área de sombreado vermelho marca níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

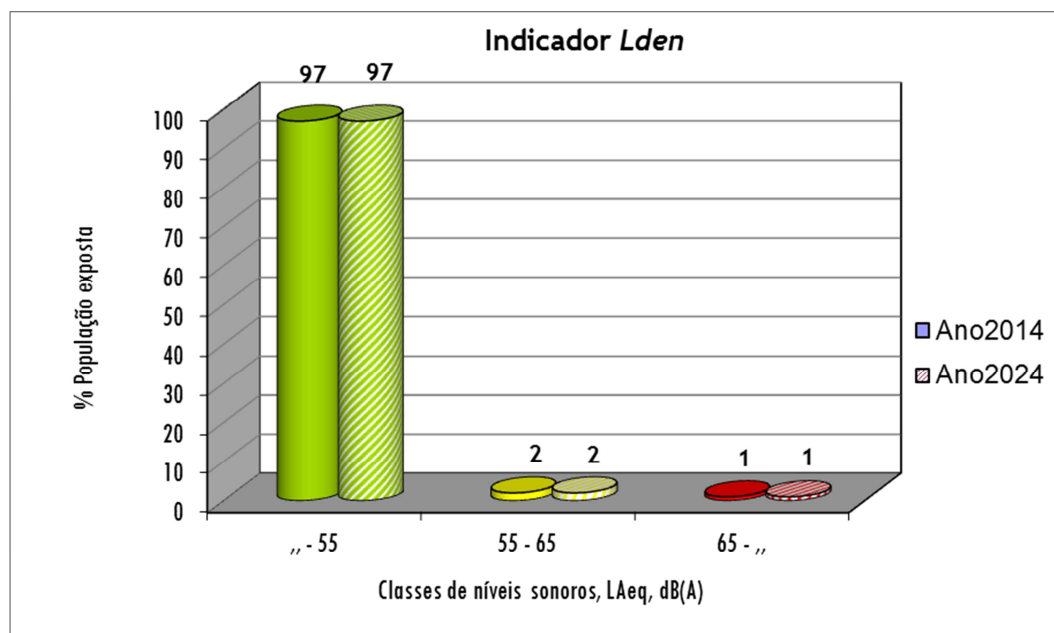


Figura 3: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Mirandela ao ruído em termos de L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno).

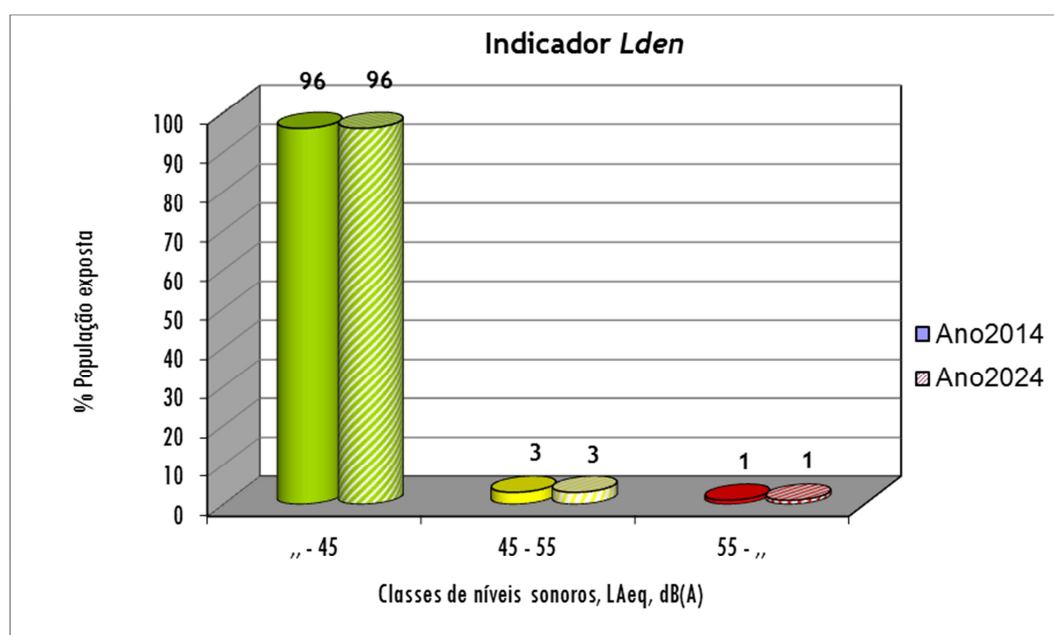


Figura 4: Estimativa dos níveis de exposição da população do Concelho de Mirandela ao ruído em termos de L_n (indicador de ruído noturno).

Em termos dos aspetos mais significativos associados aos resultados obtidos, destaca-se:

- I. Os níveis de ruído ambiente característicos da área concelhia não configuram, situações conflituosas no que diz respeito à exposição da população a níveis de ruído considerados excessivos (tanto para o indicador de ruído L_{den} como para o L_n);
- II. A **principal fonte** de ruído do Concelho de Mirandela, quer qualitativa quer quantitativa, é o **tráfego rodoviário**;
- III. As **vias rodoviárias mais ruidosas** são as vias estruturantes da rede nacional que servem e atravessam o concelho, em particular a **A4**, seguido da **Avenida Amoreiras e a EN15**;
- IV. Relativamente ao ruído industrial, ao tráfego ferroviário e aéreo verificou-se que estes não originam emissões significativas;
- V. Estimativas efetuadas para as duas situações estudadas, apontam para que:

A quase totalidade da população está exposta a níveis de ruído ambiente compatíveis com zonas mistas [$L_{den} < 65$ dB(A) e $L_n < 55$ dB(A)];

Cerca de 96% e 97% da população está em locais com níveis sonoros compatíveis com zonas sensíveis, relativamente aos descritores L_{den} e L_n , respetivamente.

Anexo I - Mapas de Ruído - Ano 2014

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2014
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Ano 2014

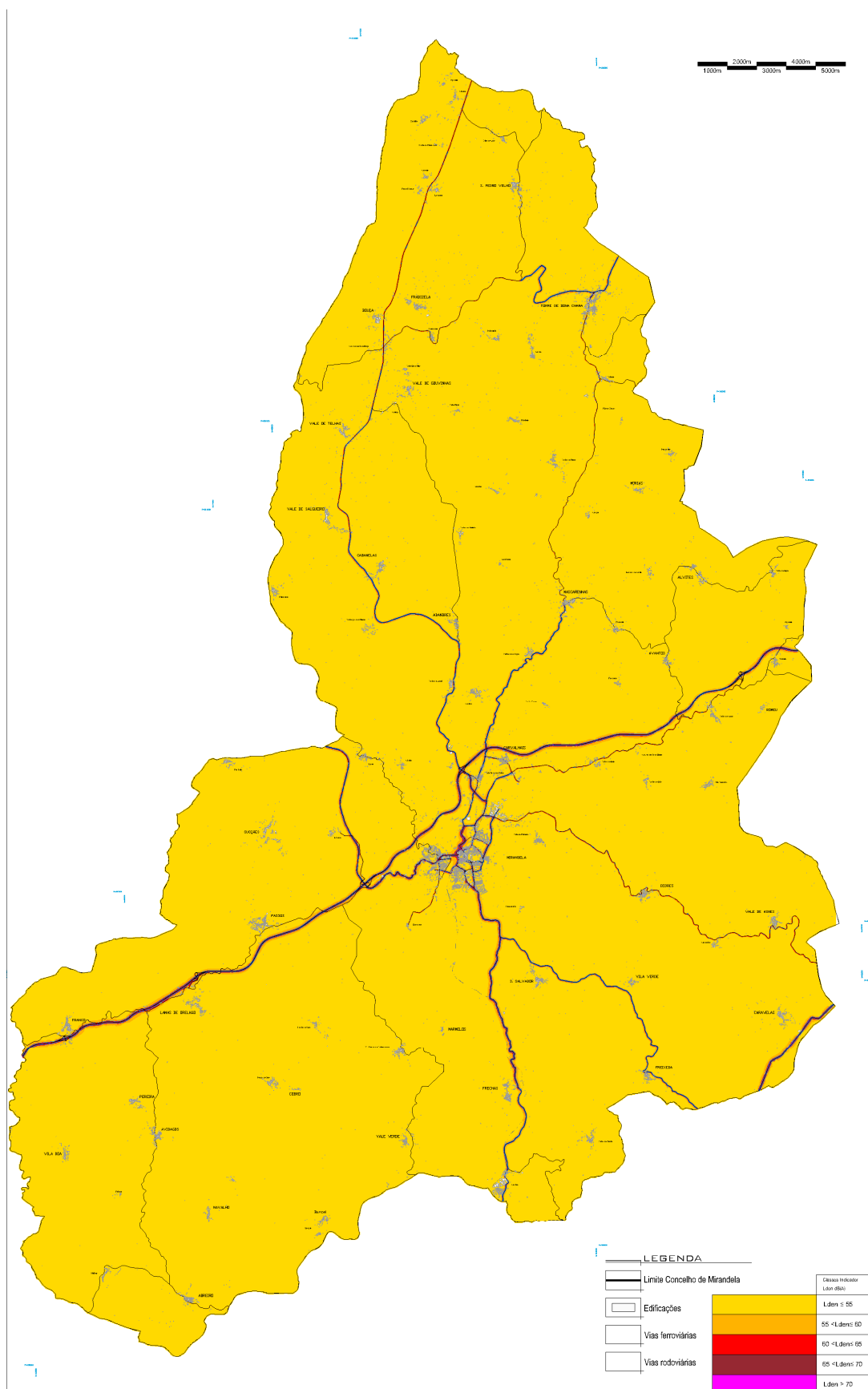


Figura 5: Mapa de Ruído - Indicador Lden - Ano 2014 do Concelho de Mirandela.

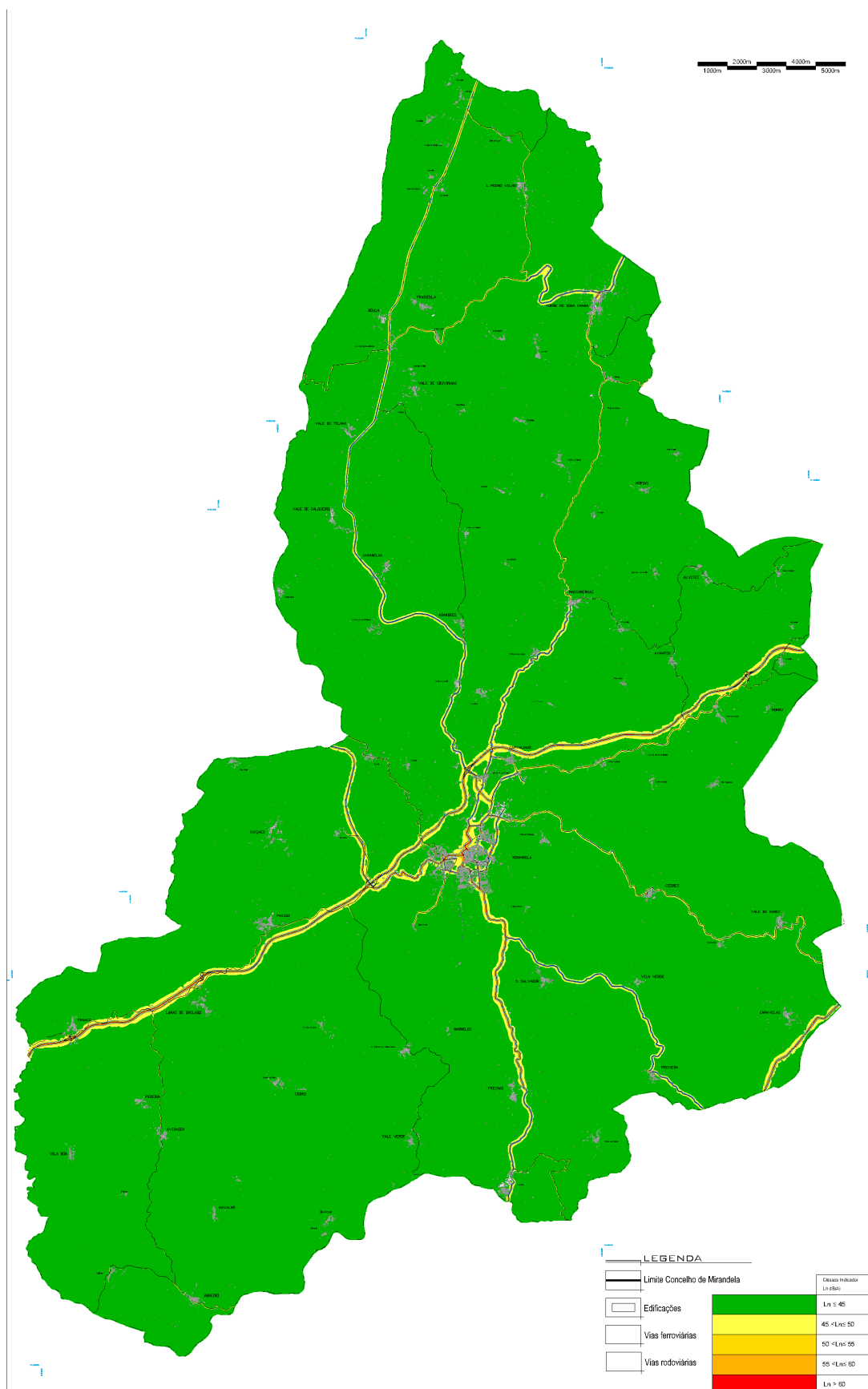


Figura 6: Mapa de Ruído - Indicador Ln - Ano 2014 do Concelho de Mirandela.

Anexo II - Mapas de Ruído - Ano 2024

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Ano 2024
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Ano 2024

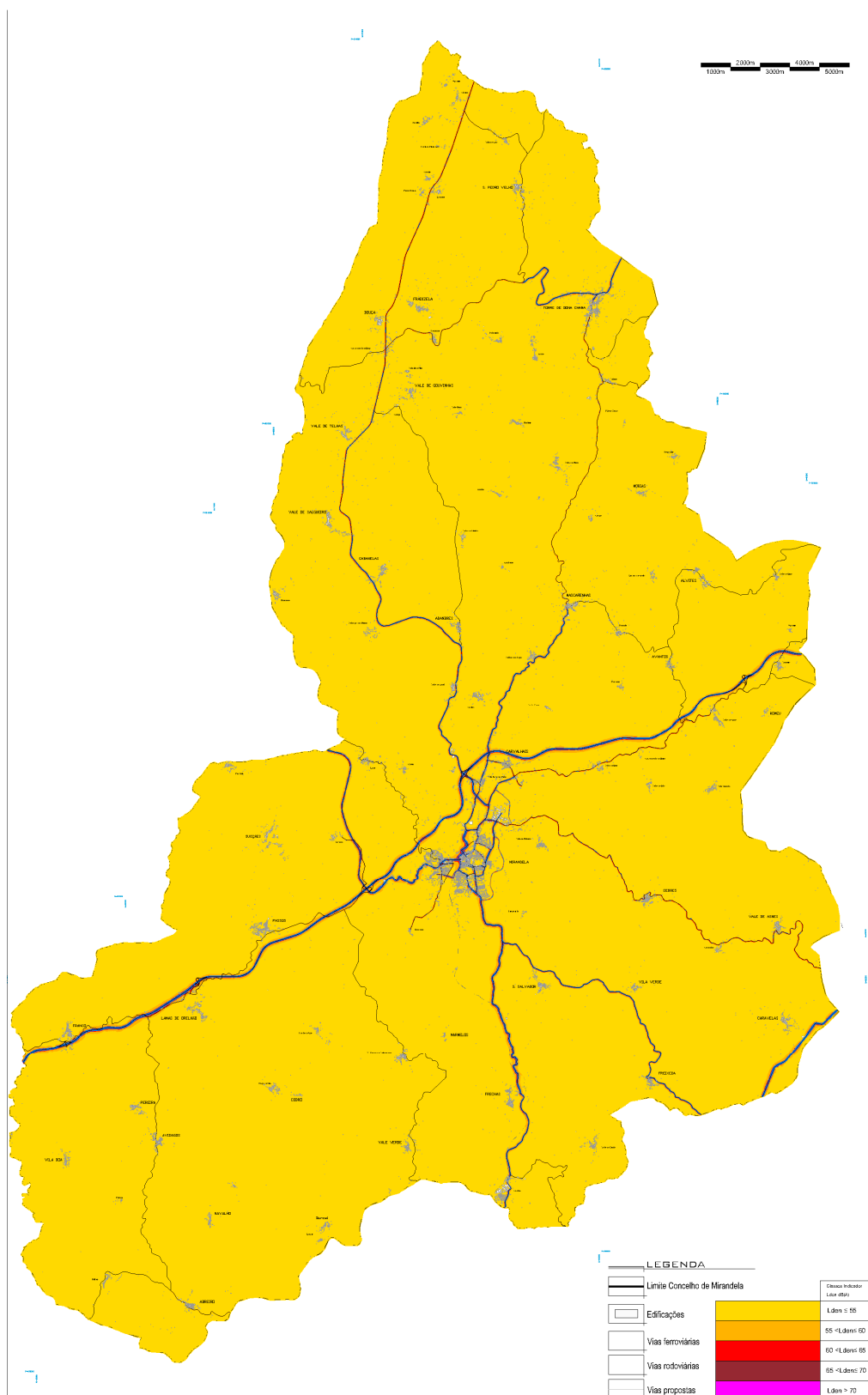


Figura 7: Mapa de Ruído - Indicador Lden - Ano 2024 do Concelho de Mirandela.

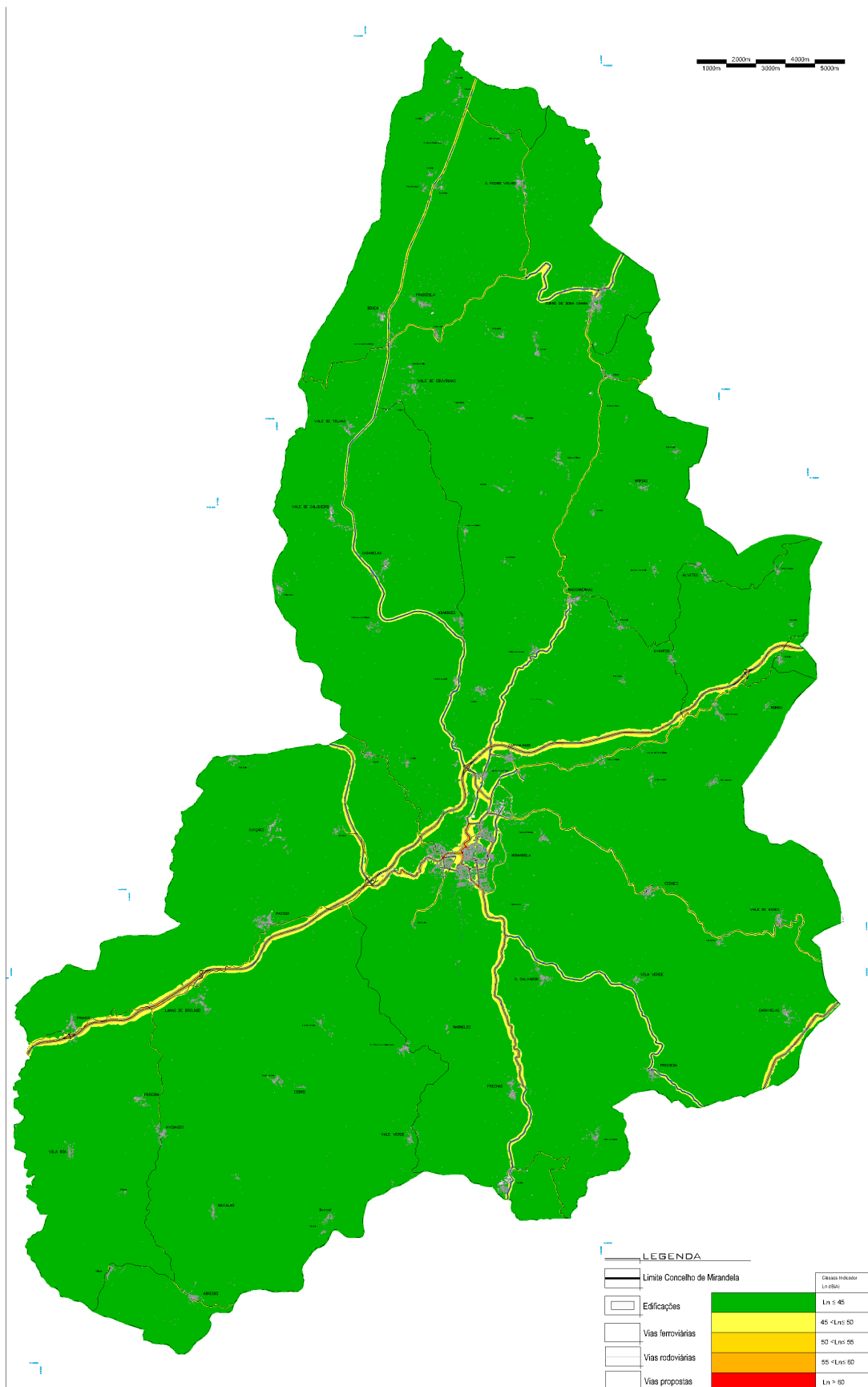


Figura 8: Mapa de Ruído - Indicador Ln - Ano 2024 do Concelho de Mirandela.