JOSÉ MANUEL
CARRAÇA DA SILVA

Assinado de forma digital por JOSÉ MANUEL CARRAÇA DA SILVA
DN: c=PT, o=Cartão de Cidadão, ou=Cidadão Português, ou=Autenticação do Cidadão, sn=CARRAÇA DA SILVA, givenName=JOSÉ MANUEL, serialNumber=BI011057599, cn=JOSÉ MANUEL CARRAÇA DA SILVA
Dados: 2015.07.13 12:50:58 +01'00'

MAPA DO RUÍDO

RESUMO NÃO TÉCNICO

PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE LEIRIA

plano diretor municipal

leiria

VIII. MAPA DO RUÍDO

Relatório Não Técnico

março 2013
município de leiria
lugar do plano, gestão do território e cultura

Mapas de Ruído - Escala Municipal

Associação de Municípios da Alta Estremadura

Concelho: Leiria

Elaborado por:

Laboratório de Acústica (ESTG / Inst. Politécnico de Leiria)

Equipa Técnica:

Doutor João Ramos (ESTG / Inst. Politécnico de Leiria);

Mestre Nuno Martinho (ESTG / Inst. Politécnico de Leiria);

Engenheira Judite Ventura (ESTG / Inst. Politécnico de Leiria):

Engenheiro Vítor Valente (Técnico colaborador).

ÍNDICE

Apresentação Sumária 1

1. Conceitos e Definições 2

2. Mapa de Ruído do Concelho de Leiria 7

2.1. Metodologia 7

2.2. Fontes de Ruído Consideradas 8

2.3. Resultados e Validação dos Mapas 14

3. Conclusões 35

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1 – Caracterização da linha ferroviária do Oeste no Concelho de Leiria 8
Quadro 2 – Caracterização das vias de tráfego do Concelho de Leiria 9
Quadro 3 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença..... 15
Quadro 4 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença..... 16
Quadro 5 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 1..... 18
Quadro 6 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 2..... 19
Quadro 7 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 3..... 20
Quadro 8 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 4..... 21
Quadro 9 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 5..... 22
Quadro 10 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 6..... 23
Quadro 11 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 7..... 25
Quadro 12 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 8..... 27
Quadro 13 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 9..... 28
Quadro 14 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 10..... 30
Quadro 15 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 11..... 31
Quadro 16 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença..... 32
Quadro 17 – População de Leiria exposta a diferentes classes de níveis de ruído 33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 – Traçado das vias de tráfego e localização dos pontos de monitorização de ruído e de contagem de tráfego rodoviário *in situ.* 10
Figura 2 – Traçado da linha ferroviária do Oeste e localização dos pontos de monitorização de ruído *in situ*..... 11
Figura 3 – Localização dos pontos de monitorização de ruído que permitiram aferir a potência das diversas fontes das respectivas unidades/zonas industriais consideradas. 12
Figura 4 – Mapa de Ruído gerado apenas com a contribuição do tráfego aéreo – Concelho de Leiria 13
Figura 5 – Esquema representativo da Zona 1 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 17
Figura 6 – Esquema representativo da Zona 2 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 18
Figura 7 – Esquema representativo da Zona 3 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 19
Figura 8 – Esquema representativo da Zona 4 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 20
Figura 9 – Esquema representativo da Zona 5 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 21
Figura 10 – Esquema representativo da Zona 6 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 23
Figura 11 – Esquema representativo da Zona 7 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 24
Figura 12 – Esquema representativo da Zona 8 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 26
Figura 13 – Esquema representativo da Zona 9 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 28
Figura 14 – Esquema representativo da Zona 10 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 29
Figura 15 – Esquema representativo da Zona 11 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial. 31

Apresentação Sumária

Na sequência do protocolo de colaboração celebrado entre a **Associação dos Municípios da Alta Estremadura** (**AMAE)** e a **Escola Superior de Tecnologia e Gestão do Instituto Politécnico de Leiria** (**ESTG Leiria)**, relativo à elaboração dos Mapas de Ruído à escala municipal (1:25.000) do Concelho de Leiria, por forma a caracterizar a situação acústica actual do ambiente exterior neste Concelho, apresentam-se os novos indicadores de ruído L_{den} e L_n e os Mapas de Ruído correspondentes, elaborados tendo por base os indicadores de ruído L_{den} e L_n, de acordo quer com as "Directrizes para elaboração de Mapas de Ruído (versão 2 - Junho 2008)", da autoria da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), quer com o Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo DL nº 9/2007, de 17 de Janeiro.

O presente relatório não-técnico é constituído por uma apresentação sumária do trabalho efectuado.

O estudo foi elaborado pela equipa técnica do Laboratório de Acústica da ESTG do Instituto Politécnico de Leiria, a qual se apresenta disponível para prestar quaisquer esclarecimentos que se julguem necessários.

1. Conceitos e Definições

Com a finalidade de conferir, a quem se encontre menos familiarizado com a acústica, algumas noções consideradas essenciais para uma melhor compreensão do conteúdo do presente relatório, apresentam-se seguidamente as definições das grandezas fundamentais consideradas relevantes para a caracterização do ruído ambiente, assim como outros conceitos a ele associados.

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

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

Avaliação acústica: Verificação de conformidade de situações específicas de ruído com limites estabelecidos;

Intervalo de tempo de medição: Intervalo de tempo ao longo do qual se integra e determina a média quadrática da pressão sonora ponderada (A);

Intervalo de tempo de Emergência: Intervalo de tempo especificado para o qual os resultados das medições são representativos. Corresponde ao tempo de ocorrências das fontes de ruído em causa;

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 séries de intervalos de tempo de referência, e é determinado com o fim de descrever o ruído ambiente, sendo, geralmente, fixado, pelas unidades responsáveis;

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

Nível sonoro contínuo equivalente (L_{eq}) de um ruído e num intervalo de tempo [dB(A)]: O nível sonoro contínuo equivalente L_{eq} de uma determinada distribuição de níveis sonoros, no domínio do tempo, corresponde ao valor de um nível sonoro constante, o qual, integrado no intervalo de tempo considerado T conduz à mesma mobilização de energia que a descrição dada. Este nível é calculado pela seguinte expressão:

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

sendo:

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

T – o período de tempo considerado

Para uma certa evolução temporal de ruído, o valor do nível sonoro contínuo equivalente permite quantificar adequadamente a energia sonora percebida;

Nível ponderado A, em dB(A): Valor do nível de pressão sonora ponderado de acordo com a curva de resposta de filtro normalizado A, expresso em decibel;

Nível sonoro médio de longa duração, $L_{Aeq,LT}$: Média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes, ponderados A, para as séries de intervalo de tempo de referência compreendidos no intervalo de tempo de longa duração.

O $L_{Aeq,LT}$, em decibel, para um dado intervalo de tempo de referência, é dado pela fórmula:

$$L_{Aeq,LT} = 10.\log_{10}\left[\frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N}10^{0,1(L_{Aeq,T})_i}\right]$$

onde:

N – número de amostras do intervalo de tempo de referência;

$(L_{Aeq,T})i$ – nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A, na amostra i, em decibel;

Nível sonoro: O valor do nível sonoro, que não é mais do que um valor de pressão sonora ponderada no domínio das bandas de frequência consideradas num processo de medição, pretende traduzir, sob a forma de valor único, a pressão sonora apercebida pelo ouvido humano, e é expresso em dB(A):

Nível de pressão sonora (SPL):

O nível de pressão sonora, expresso em decibéis, é dado pela seguinte expressão:

$$L_p = 10 \log_{10} \frac{p_{ef.}^2}{p_{ref.}^2}$$

O valor de referência integrante desta expressão é normalmente considerado de $p_{ref.}$ = 20 µPa;

Nesta equação, o quadrado do valor eficaz da pressão sonora, para um determinado intervalo de tempo t, definido por (t_2-t_1), é dado por:

$$p_{ef.}^2 = \frac{1}{t_2 - t_1} \int_{t_1}^{t_2} [p(t)]^2 \, dt$$

Nível de potência sonora: A potência sonora de uma determinada fonte ou equipamento, normalmente expresso em dB(A), é dado pela seguinte expressão:

$$L_w = 10 \log_{10} \frac{W}{W_{ref.}}$$

onde W representa o valor da potência sonora da fonte ou equipamento em causa. O valor de referência integrante desta expressão é normalmente considerado de $W_{ref.} = 10^{-12}$ W

Intervalo de tempo de referência: Intervalo de tempo a que se pode referir o nível sonoro contínuo equivalente ponderado A. Pode ser especificado em normas internacionais ou nacionais ou por entidades locais para abranger as actividades humanas típicas e as

variações dos modos de funcionamento das fontes sonoras. O novo Regime Geral do Ruído, Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 Janeiro, define três períodos de referência:

i) Período diurno, das 7:00 às 20:00;

ii) Período entardecer, das 20:00 às 22:00

iii) Período nocturno, das 23:00 às 7:00

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

- **Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno L_{den}** :

$$L_{den} = 10 \log \frac{1}{24}\left[13\times10^{\frac{L_d}{10}} + 3\times10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8\times10^{\frac{L_n+10}{10}}\right]$$

- **Indicador de ruído nocturno L_n**

em que L_d, L_e e L_n são os níveis sonoros contínuos equivalentes, ponderados A, para as séries de intervalo de tempo nos períodos de referência, respectivamente diurno e nocturno.

Potência sonora (W) [watt]: Taxa de energia radiada pela fonte sonora por unidade de tempo;

Pressão sonora (p) [pascal]: Valor da flutuação da pressão correspondente às perturbações na atmosfera envolvente, devidas a contracções e dilatações de volumes de ar elementares. A pressão total P em cada ponto e instante de tempo é, assim, a soma da pressão atmosférica P_0 com a pressão sonora p

$$P(t) = p(t) + P_o$$

Ruído ambiente: 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 inicial: Ruído ambiente que prevalece numa dada área, antes de qualquer modificação da situação existente;

Ruído particular: 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): Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação;

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

Zonas Mistas: a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afecta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

2. Mapa de Ruído do Concelho de Leiria

A partir do cálculo da contribuição de cada fonte de ruído particular, obteve-se o Mapa de Ruído relativo ao ruído ambiente do Concelho de Leiria, para cada indicador de ruído.

São ainda apresentados os resultados relativos à estimativa da exposição da população a diferentes classes de níveis de ruído.

2.1. Metodologia

A metodologia seguida nas diferentes fases da elaboração dos Mapas de Ruído está de acordo com a legislação, normas e directrizes vigentes.

A cartografia de ruído foi efectuada com base nos resultados de modelos de previsão de níveis de ruído, tendo em conta as diferentes fontes sonoras existentes e um conjunto diversificado de informação de base relativa às áreas do Concelho em análise. Para esse fim, recorreu-se ao programa computacional *CadnaA* (*Datakustik GmbH, Alemanha*) de modelação da emissão e propagação sonora.

Sendo a modelação matemática, apoiada pelos actuais meios computacionais, uma ferramenta fundamental para a previsão de níveis de pressão sonora, não é menos importante e torna-se complementar, ou mesmo necessária, a aferição/validação dos seus resultados através de medições acústicas *in situ*. Assim, foram efectuadas inúmeras campanhas de medições acústicas e contagens de tráfego rodoviário, segundo procedimentos normalizados, quer com esse objectivo de aferição/validação do modelo, quer para a caracterização da emissão de fontes sonoras.

2.2. Fontes de Ruído Consideradas

De entre as fontes de ruído relevantes para a modelação do mapa de ruído à escala do plano director municipal foram identificadas neste município as provenientes do tráfego rodoviário, do tráfego aéreo (Base Aérea Militar nº 5 de Monte Real) e do ruído industrial. Foi ainda contabilizada a fonte linear associada ao tráfego ferroviário na linha do Oeste, embora, à escala de elaboração dos Mapas, esta fonte não apresente contribuição significativa para o ruído ambiente.

Tráfego Ferroviário

No Quadro 1 procede-se à caracterização do tráfego ferroviário da linha do Oeste.

Quadro 1 – Caracterização da linha ferroviária do Oeste no Concelho de Leiria

Tipo	Nº de passagens			Velocidade Média	Comprimento
	Período Diurno	Período Entardecer	Período Nocturno	km/h	m
Regional	6	0	0	100	50
Inter-regional	3	1	0	120	52

Tráfego Rodoviário

No Quadro 2 listam-se as vias de tráfego rodoviárias consideradas e caracterizadas no âmbito deste Concelho bem como os fluxos de tráfego referentes a cada um dos períodos de referência diurno, entardecer e nocturno. Para obter o mapa para o indicador L_{den} a APA indica que as adaptações necessárias prendem-se com a redistribuição dos fluxos de tráfego nos novos três períodos de referência. Nomeadamente para tráfego rodoviário, recomenda o seguinte: $TMH_{7\text{-}20h} = TMH_{7\text{-}22h}$; $TMH_{20\text{-}23h} = (2 \times TMH_{7\text{-}22h} + 1 \times TMH_{22\text{-}7h})/3$; $TMH_{23\text{-}7h} = TMH_{22\text{-}7h}$

Quadro 2 – Caracterização das vias de tráfego do Concelho de Leiria

Estrada	Volume de tráfego	Fluxo de Tráfego (TMH)						Velocidade		Largura da via
		Período de Referência Diurno		Período de Referência Entardecer *		Período de Referência Nocturno		Km/h		
	Nº veículos	Veículos /hora	% Pesados	Veículos /hora	% Pesados	Veículos /hora	% Pesados	Ligeiros	Pesados	m
350	–	92	10	68	9	20	6	50	50	6
N356_T1 Maceirinha – Casal do Marra	–	343	6	258	5	89	2	50	50	6
N356_T2 Maceira – Martingança	-	389	7	286	6	80	4	50	50	6
N242	–	1153	5	902	4	400	2	70	50	15,5
N109	–	906	14	685	14	242	13	50	50	9
IC2	–	1550	18	1172	18	415	17	70	50	15,5
A1	30999	–	–	–	–	–	–	–	–	–
357_T1 Leiria - Caranguejeira	–	267	7	194	6	48	4	50	50	6
357_T2 Pedrome - Loureira	–	282	10	211	9	69	7	50	50	6
356-2_T1 Guimarota - Cortes	–	853	7	597	5	85	2	50	50	6
356-2_T2 Cortes - Alcaidaria	–	284	7	199	5	28	2	50	50	6
356-1 Azoia – Maceira	–	546	6	398	6	101	5	50	50	6
349	–	148	6	105	5	19	3	50	50	6
A8	–	240	5	175	5	44	5	120	80	35,5
A17	–	272	5	198	5	50	5	120	80	35,5

* $TMH_{20\text{-}23h} = (2 \times TMH_{7\text{-}22h} + TMH_{22\text{-}7h}) / 3$

Fonte: **IEP** | **Contagens *in situ***

Na Figura 1 complementa-se a informação, quer com a visualização dos traçados das vias na carta, quer com a representação dos pontos onde foram realizadas as campanhas de monitorização de ruído e as contagens de tráfego *in situ*.

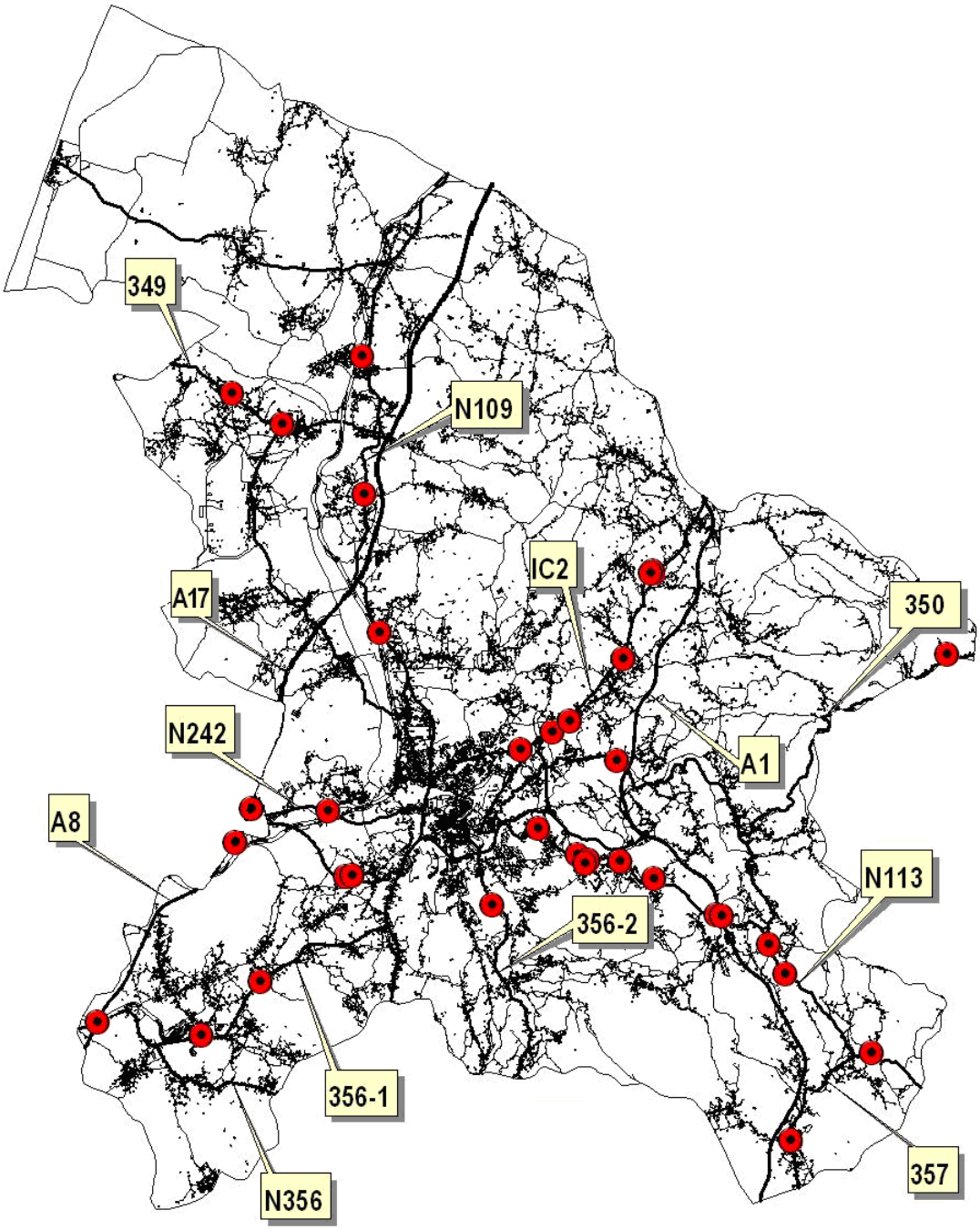

Figura 1 – Traçado das vias de tráfego e localização dos pontos de monitorização de ruído e de contagem de tráfego rodoviário *in situ*.

Na Figura 2 complementa-se a informação com a visualização do traçado da linha ferroviária na carta e com a representação dos pontos onde foram realizadas as campanhas de monitorização de ruído *in situ*.

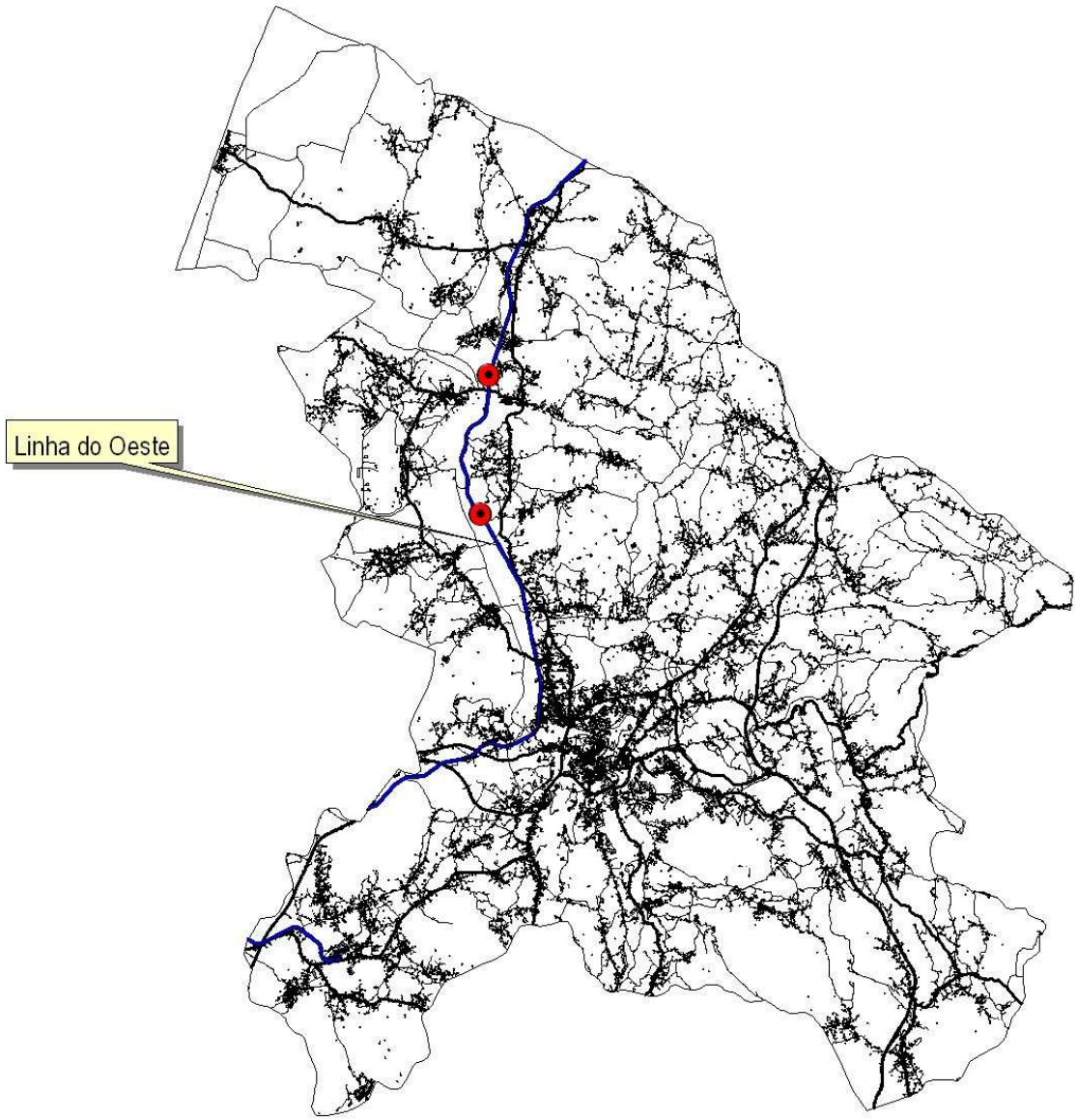

Figura 2 – Traçado da linha ferroviária do Oeste e localização dos pontos de monitorização de ruído *in situ*.

Ruído Industrial

Na Figura 3 apresenta-se a localização dos diversos pontos de medição de ruído que permitiram aferir o valor da potência acústica das diversas fontes nas respectivas unidades/zonas industriais consideradas.

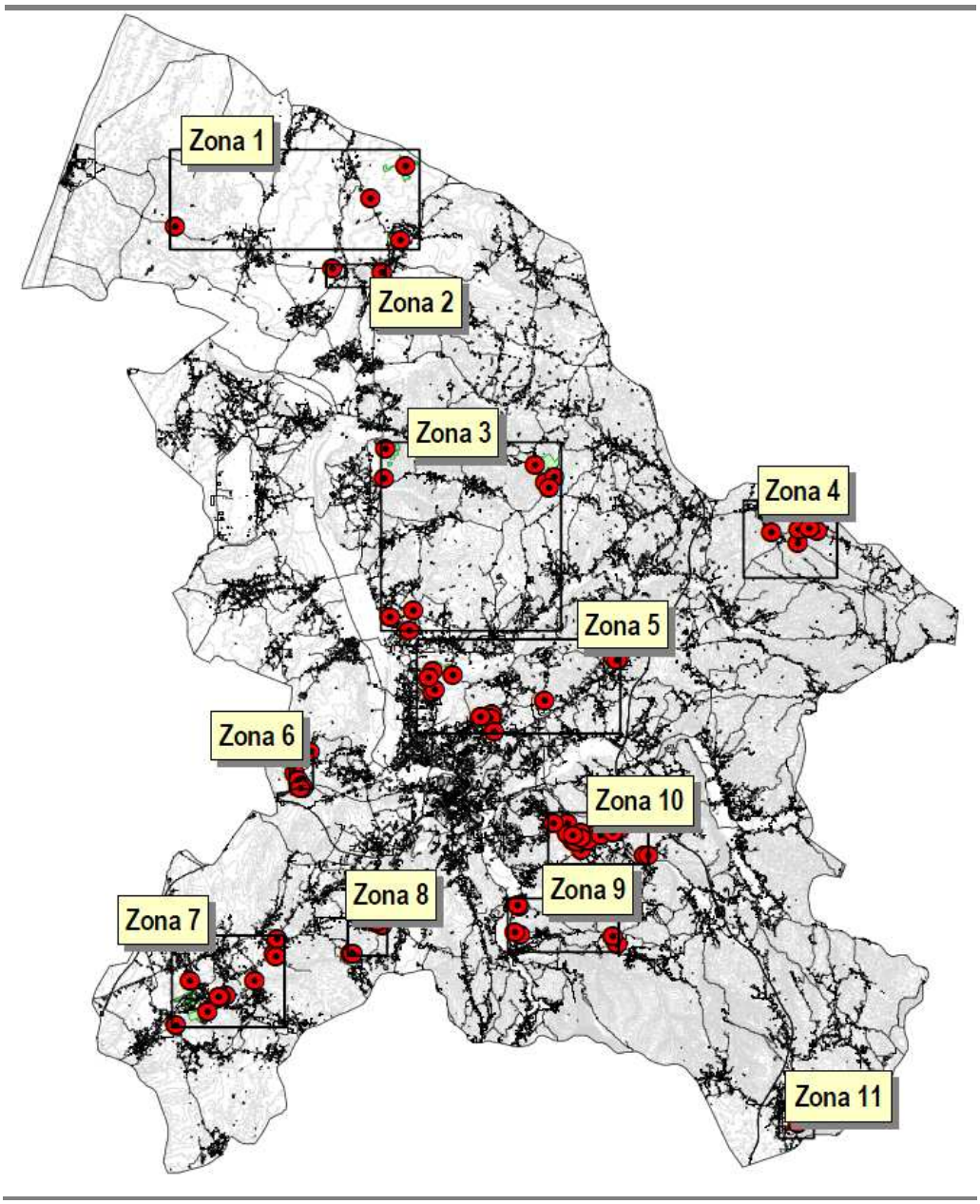

Figura 3 – Localização dos pontos de monitorização de ruído que permitiram aferir a potência das diversas fontes das respectivas unidades/zonas industriais consideradas.

Tráfego Aéreo

Face à monitorização do ruído ambiente exterior nas imediações na Base Aérea Militar nº 5 de Monte Real e notória a influência, qualitativa e quantitativa, durante o período de efectiva descolagem da aeronave nos pontos. Foi determinado o intervalo de tempo de emergência da fonte em causa bem como dos valores de pressão sonora contínua equivalente durante este mesmo período. A Figura 4, que ilustra o Mapa de Ruído final obtido apenas com a contribuição do ruído proveniente do tráfego aéreo..

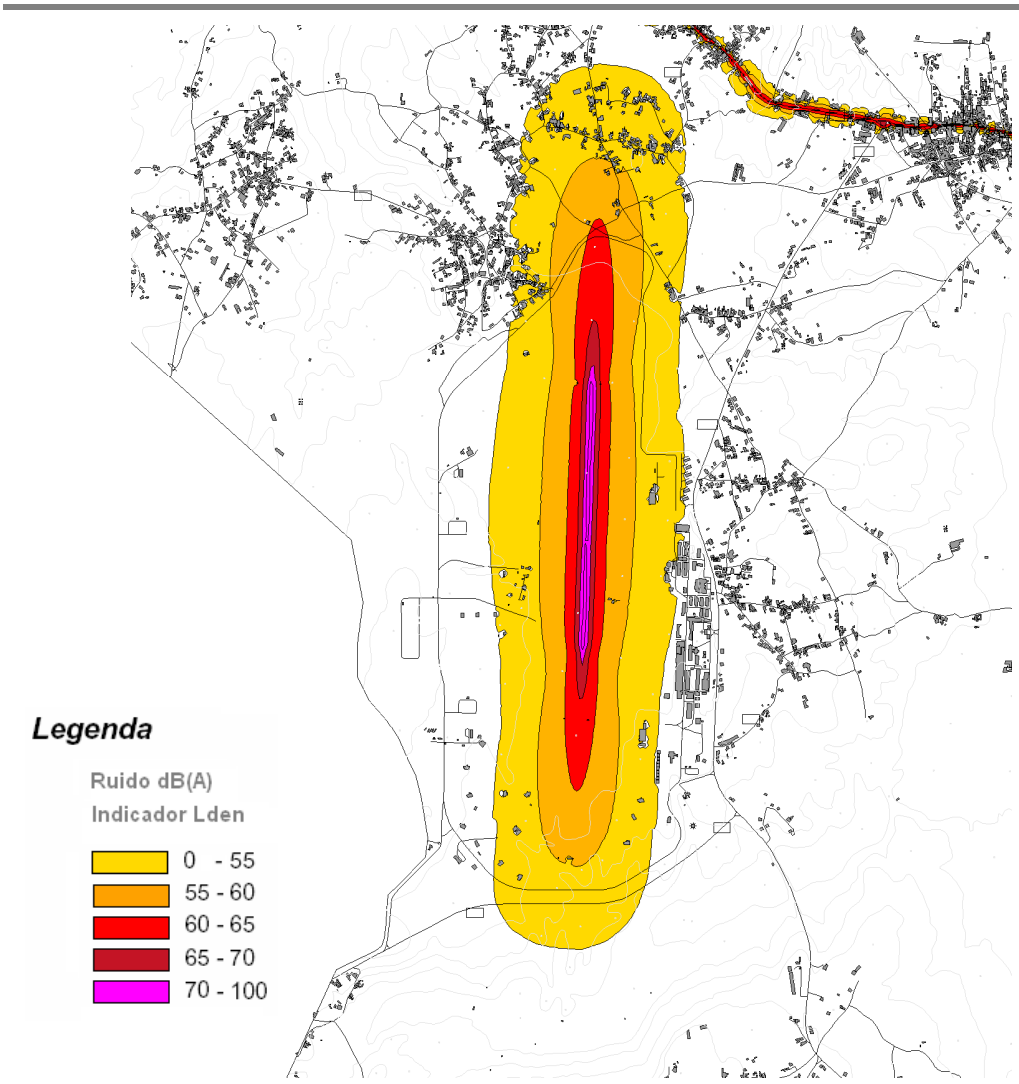

Figura 4 – Mapa de Ruído gerado apenas com a contribuição do tráfego aéreo – Concelho de Leiria

2.3. Resultados e Validação dos Mapas

Tráfego Rodoviário

Os valores do indicador L_{Aeq} obtidos nas campanhas de medição *in situ* e pelo cálculo, nos dois períodos de referência diurno e nocturno, encontram-se listados no Quadro 3. Na perspectiva de validação dos resultados, são ainda indicadas as diferenças obtidas entre esses valores.

Da análise do Quadro 3 verificam-se, na generalidade dos casos, diferenças dentro do intervalo ± 2 dB(A), consideradas aceitáveis para a escala de trabalho. Os casos em que esta diferença é ligeiramente superior foram igualmente considerados aceitáveis dado que existem medições nas mesmas vias, ainda que em troços distintos, dentro dos limites aceitáveis. De referir ainda que em medições de maior duração, em que o operador não se encontrava na proximidade do sonómetro, existe a possibilidade da ocorrência de ruídos particulares para além do que efectivamente se pretendia medir.

Os Mapas de Ruído ambiente finais reflectem que o tráfego rodoviário constitui a fonte de ruído predominante no Concelho de Leiria. As principais fontes são as vias estruturantes que servem e atravessam o Concelho e que apresentam volumes de tráfego significativo, designadamente a **A1** e o **IC2**.

A fonte associada à **A1** apresenta, em termos de extensão de área de influência para o indicador L_{den}, uma faixa onde os valores são superiores a 65 dB(A) que varia entre 70 m a 185 m para cada lado da via. Para o indicador L_n, a largura da faixa onde os valores são superiores a 55 dB(A) varia de cerca de 65 m a 363 m.

O **IC2** apresenta para o indicador L_{den}, uma faixa onde os valores são superiores a 65 dB(A) que varia entre 56 m e 148 m para cada lado da via. Para o indicador L_n, a largura da faixa onde os valores são superiores a 55 dB(A) varia de cerca de 42 m a 99 m.

Quadro 3 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença.

Pontos de Monitorização	Local	L_{Aeq} Calculado		L_{Aeq} Medido		L_{Aeq} Med – L_{Aeq} Cal	
		Período de Referência Diurno	Período de Referência Nocturno	Período de Referência Diurno	Período de Referência Nocturno	Período de Referência Diurno	Período de Referência Nocturno
		dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
R01	**N242**	59,5	56,0	58,9	----*	-0,6	----*
R02	**N242**	70,6	65,7	72,7	63,7	2,1	-2,0
R03	**N109**	62,1	57,3	64,1	55,4	2,0	-1,9
R04	**N109**	52,0	48,3	51,4	48,7	-0,6	0,4
R05	**N113**	52,4	48,5	55,5	48,6	3,1	0,1
R06	**N113**	70,9	65,2	71,1	67,1	0,2	1,9
R07	**N113**	66,3	60,7	69,5	62,5	3,2	1,8
R08	**N113**	70,1	64,0	67,9	66,1	-2,2	2,1
R09	**N113**	68,2	62,3	67,3	60,4	-0,9	-1,9
R10	**IC2**	73,3	67,8	75,0	69,8	1,7	2,0
R11	**IC2**	63,5	59,2	66,2	----*	2,7	----*
R12	**IC2**	73,8	68,2	75,3	69,6	1,5	1,4
R13	**IC2**	69,7	64,9	69,9	65,0	0,2	0,1
R14	**IC2**	65,3	61,0	67,3	62,2	2,0	1,2
R15	**IC2**	63,9	59,7	63,7	58,6	-0,2	-1,1
R16	**356**	68,9	61,5	70,7	61,9	1,8	0,4
R17	**356**	65,0	58,7	62,4	57,1	-2,6	-1,6
R18	**349**	65,1	55,7	64,0	54,2	-1,1	-1,5
R19	**350**	60,9	54,1	63,0	56,7	2,1	2,6
R20	**356**	69,4	57,6	70,6	58,0	1,2	0,4
R21	**A8**	62,5	55,7	60,4	57,0	-2,1	1,3
R22	**A8**	62,2	55,1	63,2	55,8	1,0	0,7
R23	**356**	69,7	61,5	71,4	63,0	1,7	1,5
R24	**N113**	58,0	53,3	56,7	51,4	-1,3	-1,9
R25	**357**	66,7	58,7	67,5	60,1	0,8	1,4
R26	**357**	67,3	60,7	69,1	61,9	1,8	1,2

(*)A não existência de valores em alguns dos pontos considerados no período nocturno, prende-se com a impossibilidade prática da realização de medições nestes locais. Esta impossibilidade está relacionada com a existência de ruídos particulares (exemplo: cães a ladrar) algumas vezes devidas à própria presença do operador.

Após a classificação das zonas em "mistas" e "sensíveis" a efectuar pela Câmara Municipal de Leiria, que segundo o RGR deverá ser efectuada de acordo com o tipo de uso do solo, a ultrapassagem daqueles limiares poderá significar desconformidade com o RGR. A visualização do Mapa de Ruído permite identificar as povoações afectadas que se situam na vizinhança destas vias estruturantes.

Tráfego Ferroviário

Os valores do indicador L_{Aeq} obtidos nas campanhas de medição *in situ* e pelo cálculo, para os dois indicadores de ruído, encontram-se listados no Quadro 4 . Na perspectiva de validação dos resultados, são ainda indicadas as diferenças obtidas entre esses valores.

Quadro 4 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença.

Pontos de Monitorização	L_{Aeq} Medido		L_{Aeq} Calculado		L_{Aeq} Med – L_{Aeq} Cal	
	Indicador L_{den}	Indicador L_n	Indicador L_{den}	Indicador L_n	Indicador L_{den}	Indicador L_n
	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA	dBA
R01	42,3	34,1	40,3	32,2	2,0	1,9
R02	43,9	36,4	42,0	34,7	1,9	1,7

Da análise do Quadro 4 verificam-se diferenças dentro do intervalo ± 2 dB(A), consideradas aceitáveis para a escala de trabalho.

À escala de elaboração dos Mapas, o ruído proveniente do tráfego ferroviário na linha do Oeste não apresenta contribuição significativa para o ruído ambiente, uma vez que se encontra delimitada por um corredor acústico, de cerca de 14 m para cada lado do eixo da via, com níveis superiores a apenas 45 dB(A), para o indicador L_{den}.

Ruído Industrial

Da Figura 5 à Figura 15 encontram-se representados, para cada uma das Zonas Industriais do Concelho de Leiria, os pontos de monitorização de ruído e os valores de potência sonora calculados para as diferentes instalações industriais com contribuição relevante para o ruído ambiente.

Os valores do indicador L_{Aeq} obtidos nas campanhas de medição *in situ*, pelo cálculo e as diferenças entre esses valores encontram-se listados do Quadro 5 ao Quadro 15.

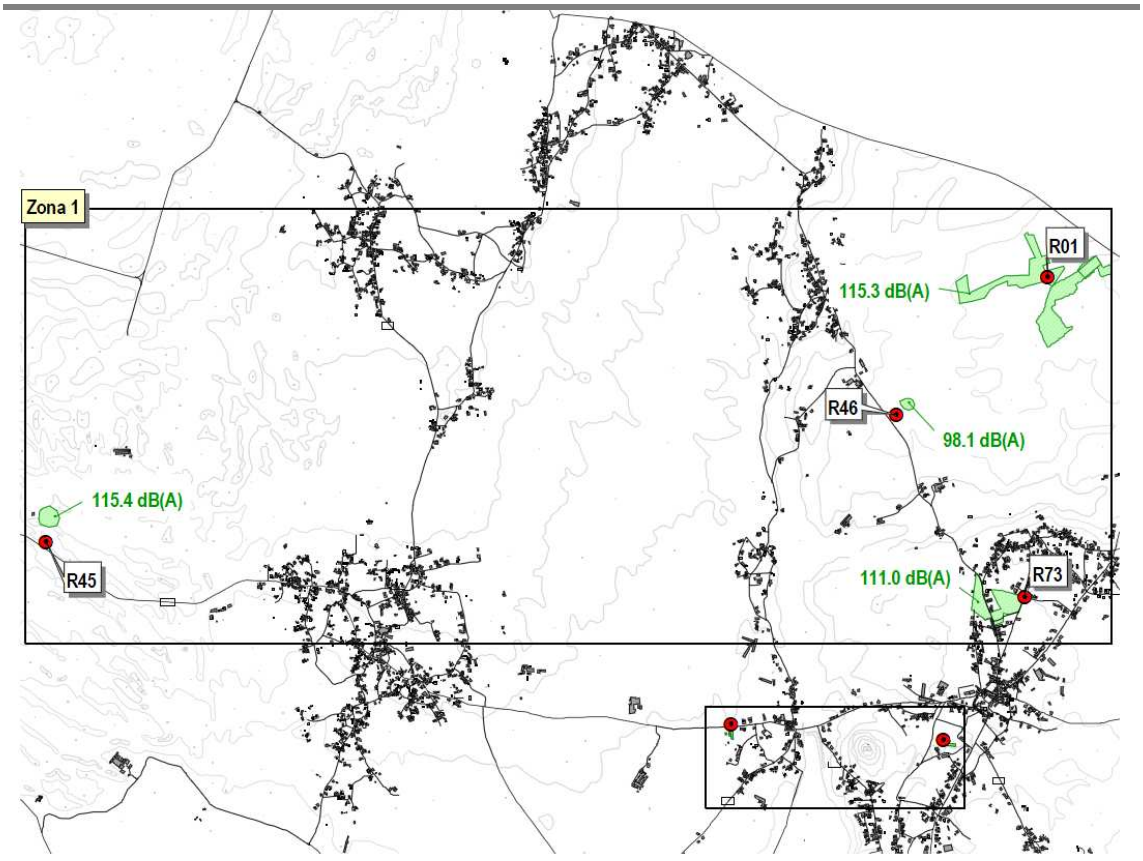

Figura 5 – Esquema representativo da Zona 1 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 5 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 1.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R01	70,8	68,9	1,9
R45	52,7	50,9	1,8
R46	52,8	54,2	-1,4
R73	59,8	58,1	1,7

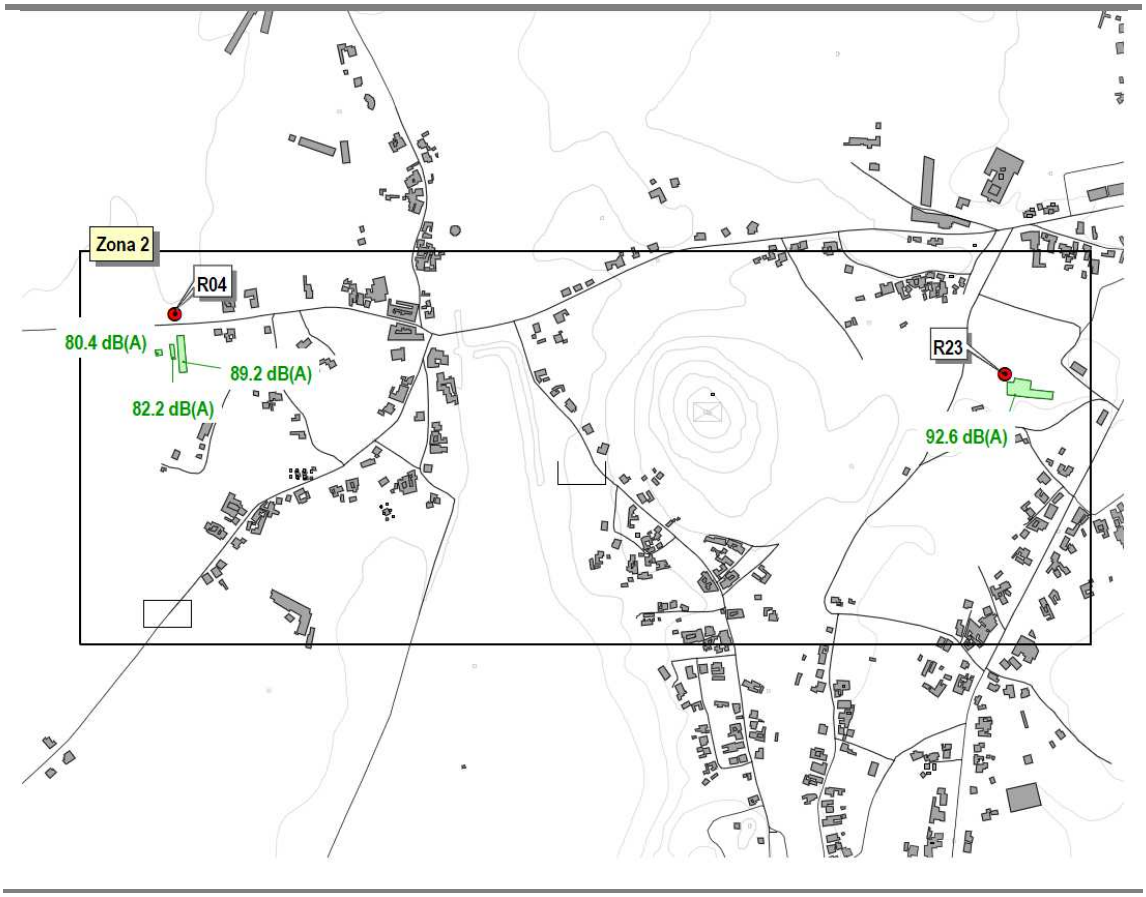

Figura 6 – Esquema representativo da Zona 2 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 6 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 2.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R04	37,0	34,5	2,5
R23	47,0	49,2	-2,2

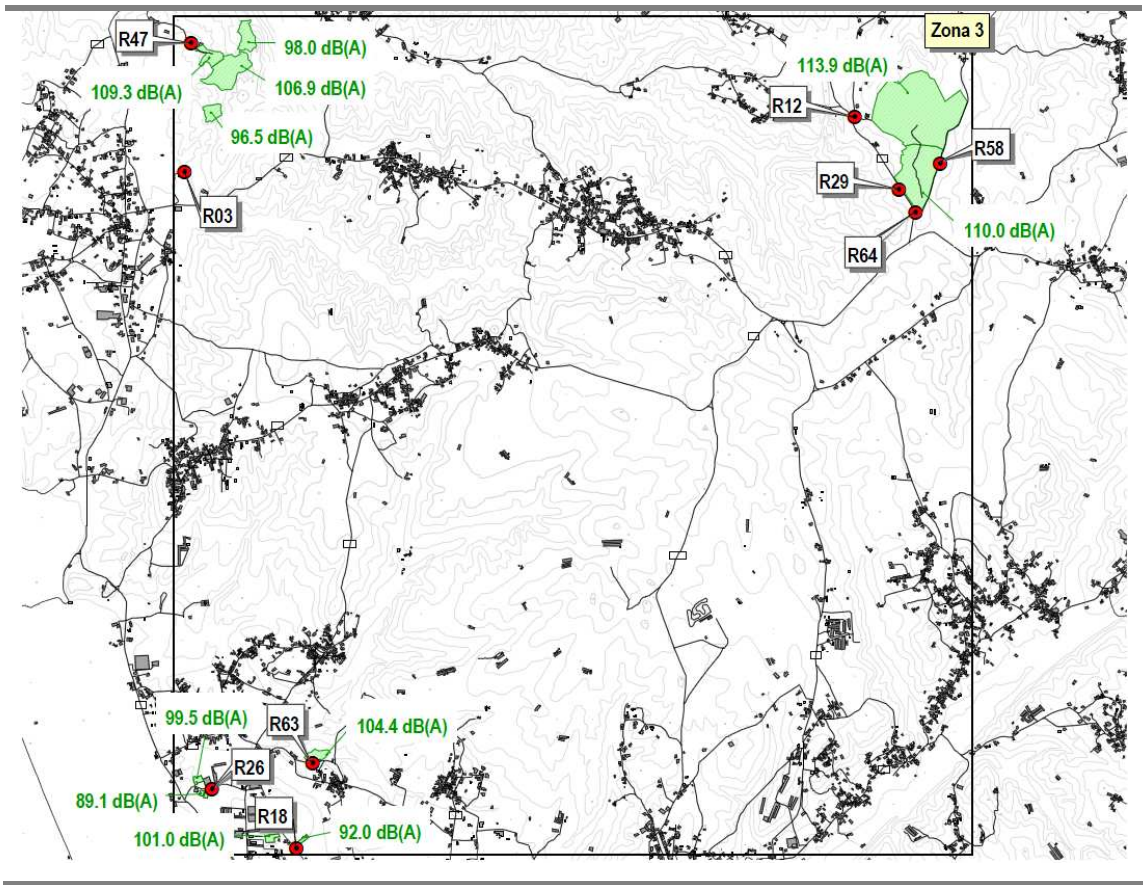

Figura 7 – Esquema representativo da Zona 3 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 7 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 3.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R03	35,4	33,4	2,0
R12	44,0	43,9	0,1
R29	48,6	51,1	-2,5
R47	53,0	51,1	1,9
R58	55,6	56,3	-0,7
R64	57,8	59,6	-1,8

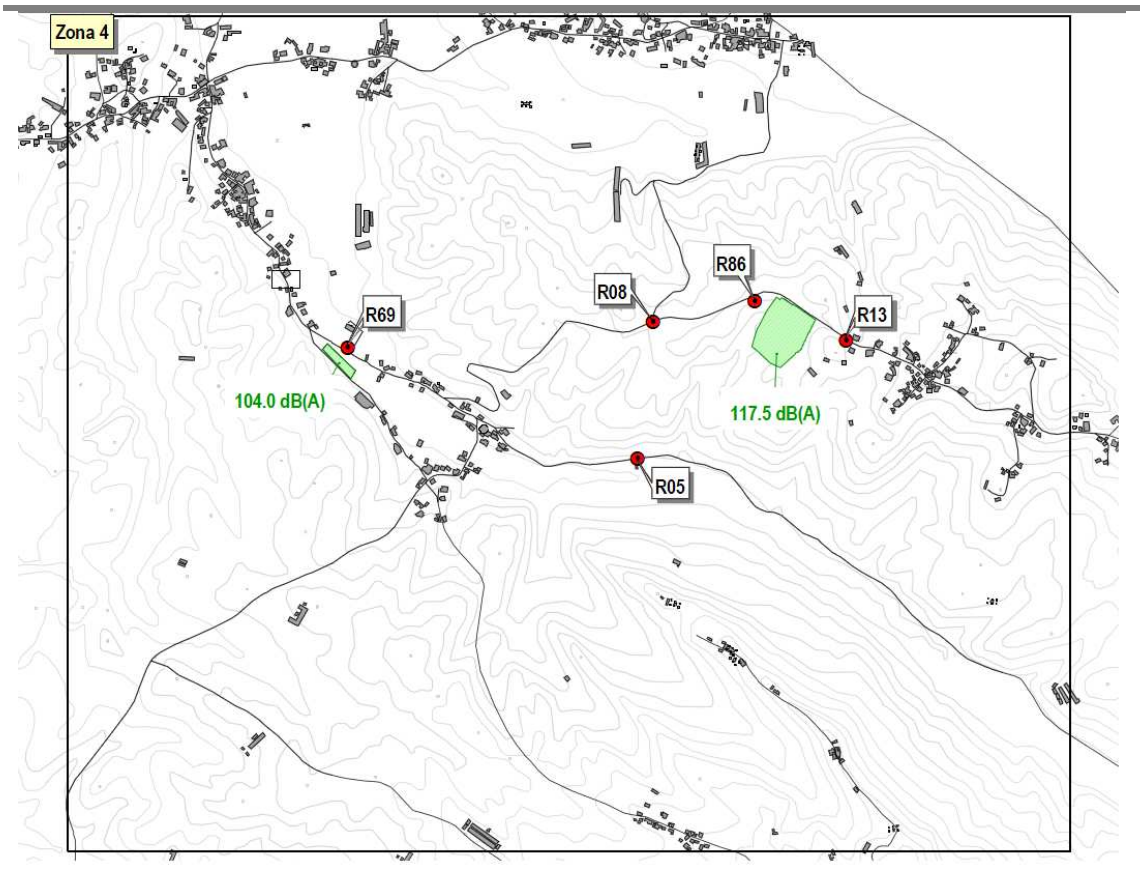

Figura 8 – Esquema representativo da Zona 4 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 8 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 4.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R05	37,1	38,0	-0,9
R08	41,7	39,7	2,0
R13	44,2	42,4	1,8
R69	58,6	56,8	1,8
R86	67,8	65,3	2,5

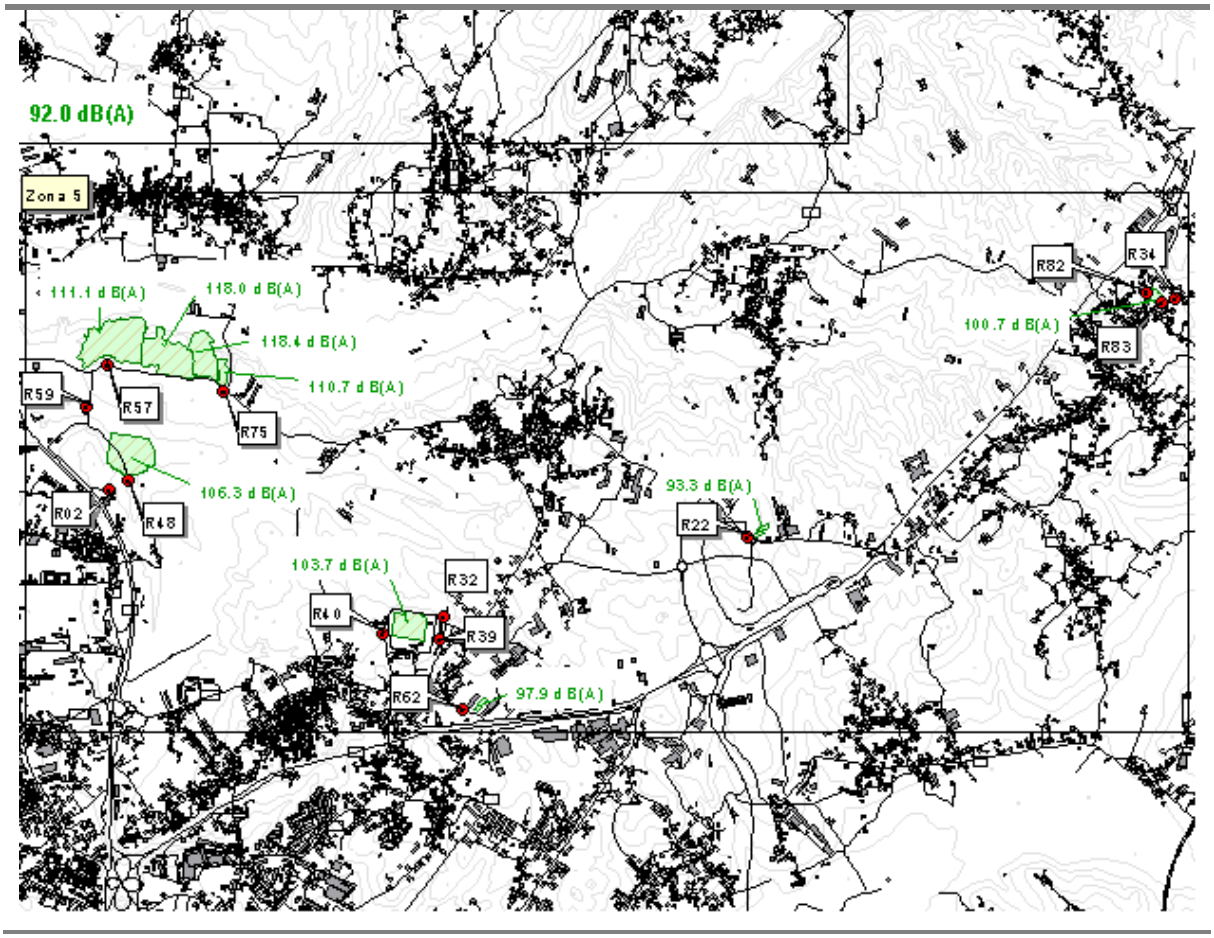

Figura 9 – Esquema representativo da Zona 5 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 9 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 5.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R02	48,0	46,7	1,3
R22	47,0	46,1	0,9
R32	49,0	48,1	0,9
R34	50,0	48,2	1,8
R39	51,0	53,2	-2,2
R40	51,0	48,8	2,2
R48	53,0	55,1	-2,1
R57	55,5	54,1	1,4
R59	55,6	54,0	1,6
R62	57,3	55,6	1,7
R75	61,4	59,6	1,8
R82	67,0	68,9	-1,9
R83	67,0	68,2	-1,2

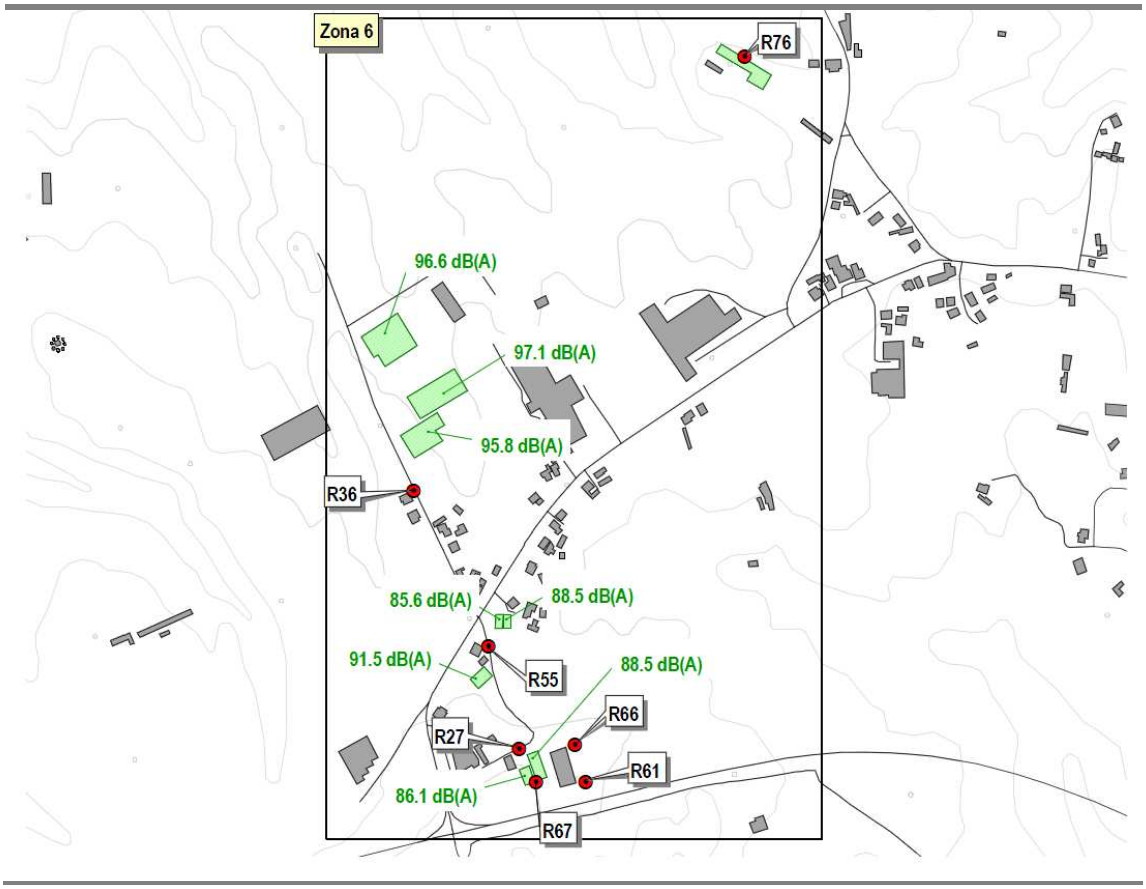

Figura 10 – Esquema representativo da Zona 6 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 10 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 6.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R27	48,0	48,5	-0,5
R36	50,0	48,7	1,3
R55	55,0	53,3	1,7
R61	57,0	55,5	1,5
R66	58,0	59,3	-1,3
R67	58,0	56,0	2,0
R76	62,0	59,7	2,3

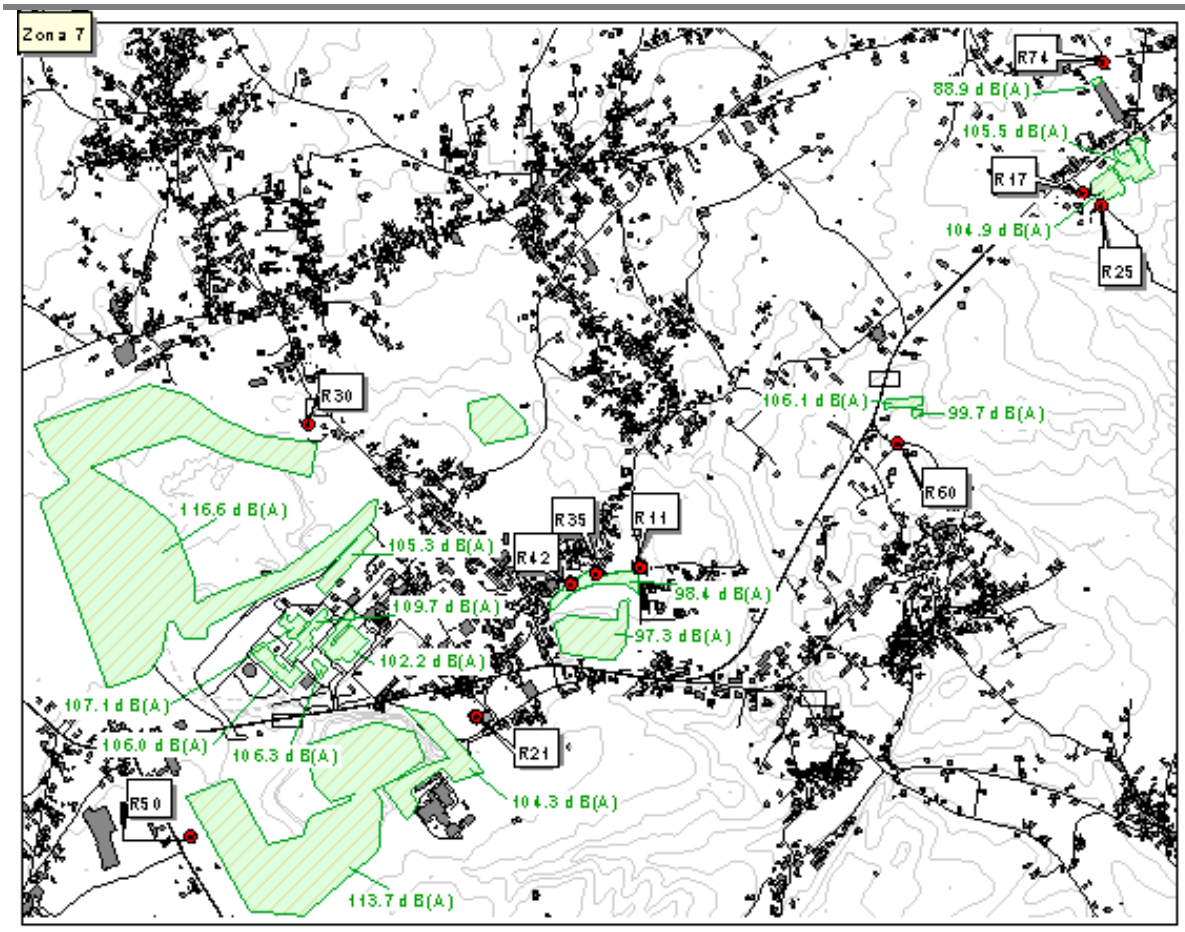

Figura 11 – Esquema representativo da Zona 7 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 11 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 7.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R11	44,0	46,2	-2,2
R17	46,0	48,5	-2,5
R21	46,2	46,9	-0,7
R25	48,0	50,0	-2,0
R30	48,7	46,5	2,2
R35	50,0	52,1	-2,1
R42	52,0	54,2	-2,2
R50	53,5	52,1	1,4
R60	57,0	57,6	-0,6
R74	60,0	62,3	-2,3

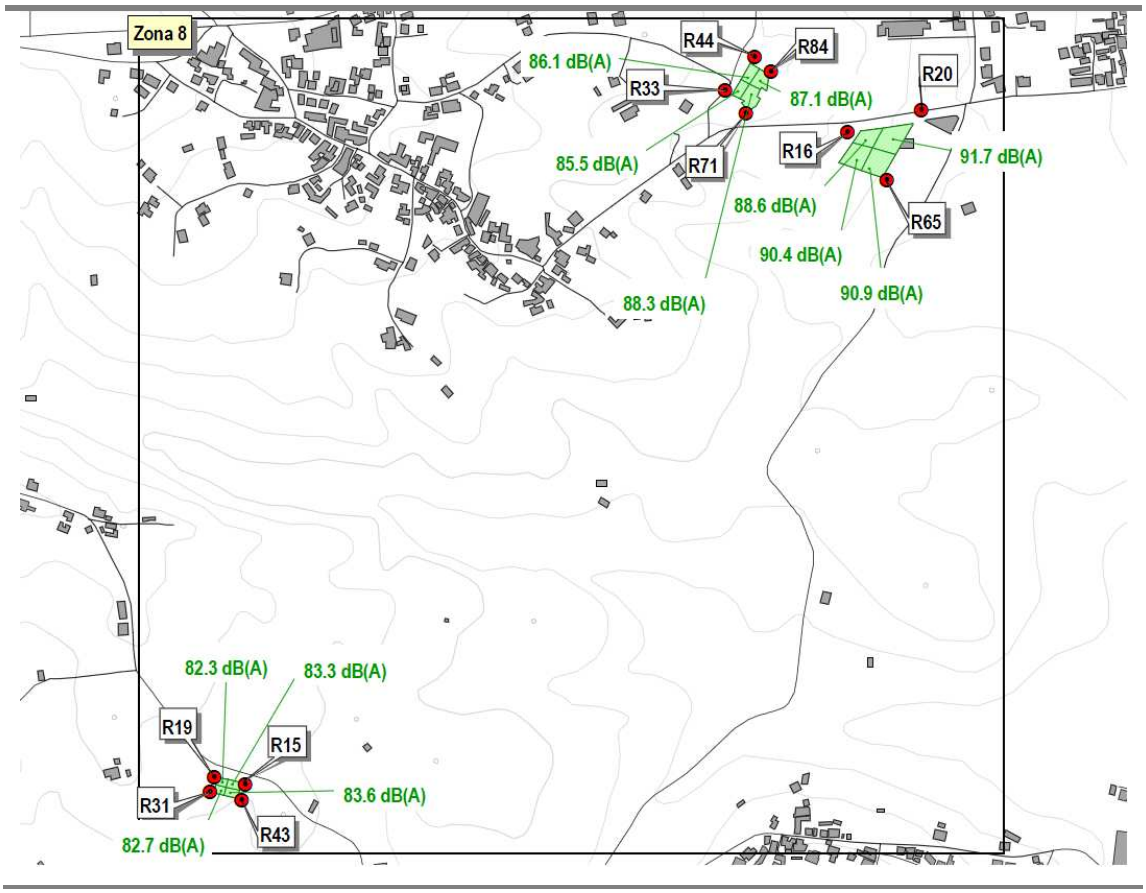

Figura 12 – Esquema representativo da Zona 8 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 12 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 8.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R15	45,0	47,1	-2,1
R16	45,0	46,3	-1,3
R19	46,0	48,5	-2,5
R20	46,0	46,4	-0,4
R31	49,0	49,7	-0,7
R33	49,0	49,2	-0,2
R43	52,0	49,7	2,3
R44	52,0	49,9	2,1
R65	58,0	58,2	-0,2
R71	59,0	57,3	1,7
R84	67,0	69,2	-2,2

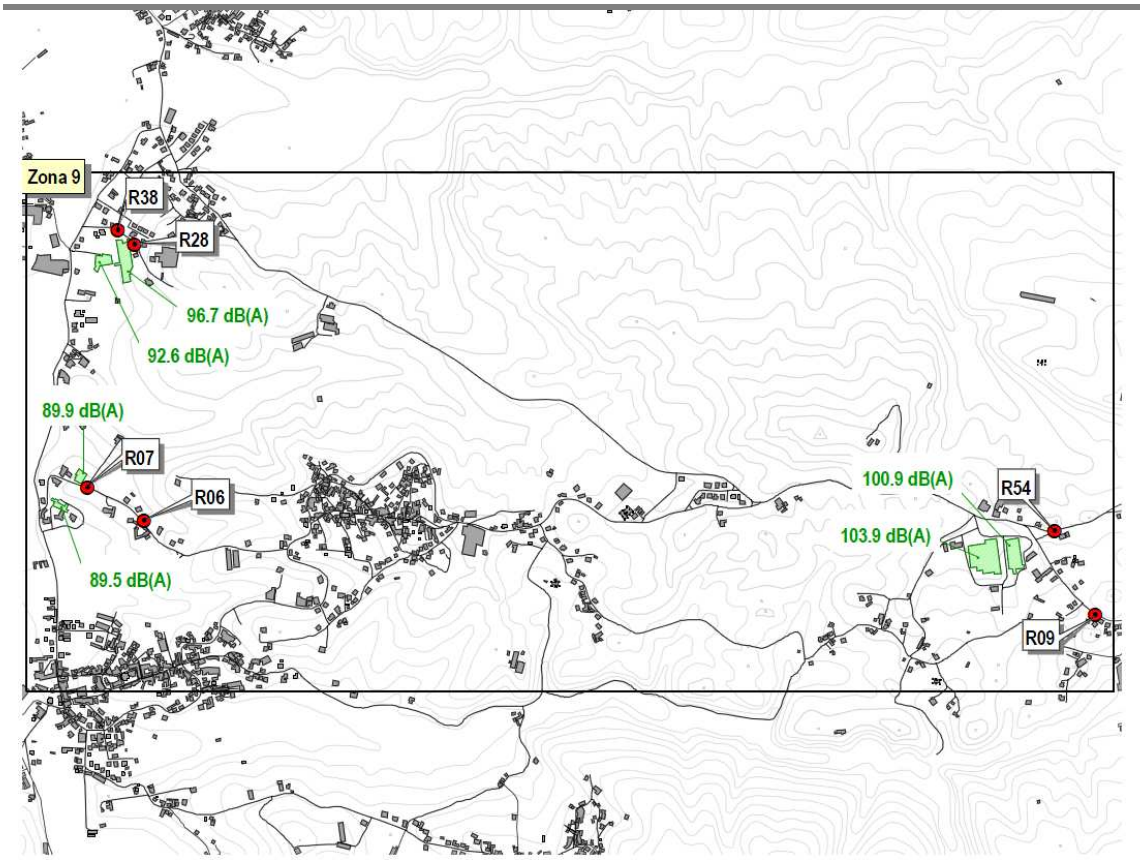

Figura 13 – Esquema representativo da Zona 9 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 13 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 9.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R06	39,9	38,5	1,4
R07	41,0	40,2	0,8
R09	42,1	40,3	1,8
R28	48,4	49,9	-1,5
R38	50,4	49,9	0,5
R54	55,0	57,2	-2,2

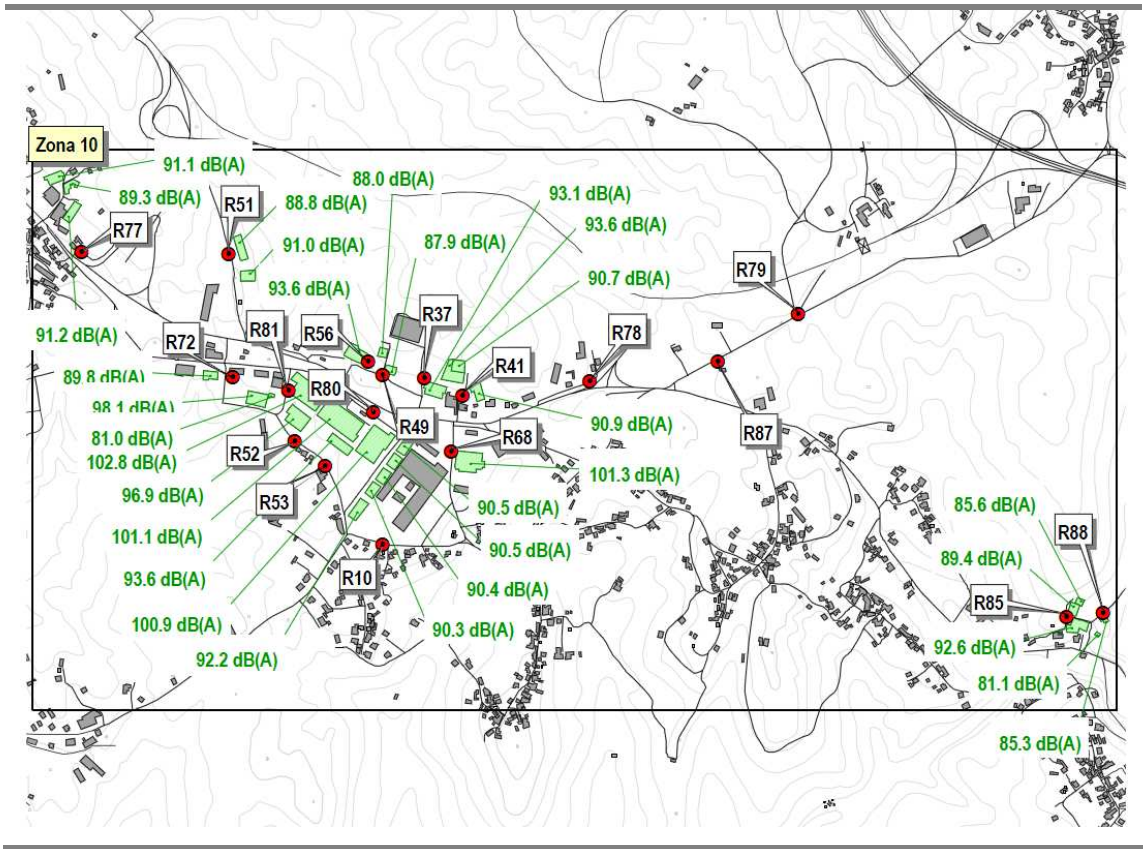

Figura 14 – Esquema representativo da Zona 10 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 14 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 10.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R10	43,6	42,1	1,5
R37	50,3	52,0	-1,7
R41	51,0	49,7	1,3
R49	53,3	51,0	2,3
R51	53,8	55,6	-1,8
R52	54,3	54,8	-0,5
R53	54,6	56,2	-1,6
R56	55,3	54,8	0,5
R68	58,3	55,8	2,5
R72	59,0	60,2	-1,2
R77	62,8	64,7	-1,9
R78	63,0	62,5	0,5
R79	63,3	65,8	-2,5
R80	64,7	62,9	1,8
R81	65,8	63,8	2,0
R85	67,6	65,2	2,4
R87	68,0	66,4	1,6
R88	68,6	67,4	1,2

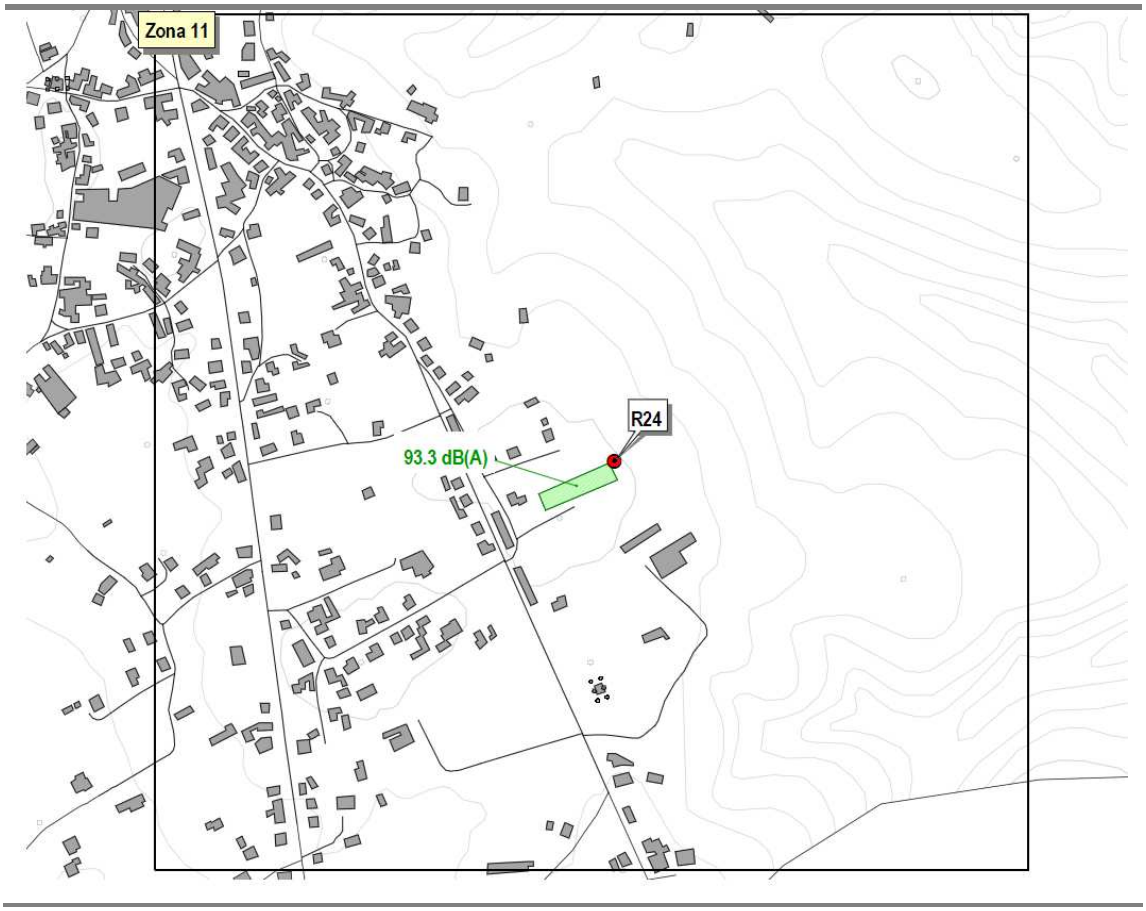

Figura 15 – Esquema representativo da Zona 11 do Concelho de Leiria onde se realizaram medições de Ruído Industrial.

Quadro 15 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença – Zona 11.

Ponto de Monitorização	Valor de L_{Aeq} Medido (dBA)	Valor de L_{Aeq} Calculado (dBA)	Valor de ΔL_{Aeq} (dBA)
R24	47,8	50,3	-2,5

As fontes de ruído industrial mais significativas neste Concelho estão associadas à indústria extractiva e de transformação "pesada", nomeadamente extracção de terras e areias, cimenteira e metalomecânicas. Nos casos em que estas indústrias se encontram afastadas de grandes eixos rodoviários a sua influência no ruído ambiente é notória e pode ser verificada no Mapa de Ruído.

Neste Concelho existem outras unidades/zonas industriais com impacto sonoro menos significativo, ou porque se localizam próximo das vias de maior volume de tráfego, nomeadamente do IC2, da A1, da EN 356 e da EN113, ou porque se tratam de indústrias "leves", muitas vezes confinadas em pavilhões industriais fechados.

Tráfego Aéreo

As diferenças entre as medições do indicador L_{Aeq} - calculado a partir das medições (SPL) de longa duração efectuadas em três locais nas imediações da Base Aérea Militar nº 5 - R1, R2 e R3 - e os valores de L_{Aeq} obtidos pela modelação nos respectivos pontos encontram-se listadas no Quadro 16. Verifica-se que o valor destas diferenças é aceitável.

Quadro 16 – Valores de L_{Aeq} medidos *vs* L_{Aeq} calculados e respectiva diferença.

Pontos de Monitorização	L_{Aeq} Medido	L_{Aeq} Calculado	L_{Aeq} Med – L_{Aeq} Cal
	dB(A)		
R01	69,6	68,1	1,5
R02	57,3	57,2	0,1
R03	60,8	59,2	1,6

Dada a relação entre o número de movimentos e a respectiva potência sonora, verifica-se que o ruído na envolvente da Base Aérea Militar nº 5 de Monte Real, no Concelho de Leiria, é essencialmente devida aos movimentos de aeronaves F16.

Pela análise do resultados finais (Mapa de Ruído do Concelho de Leiria), verifica-se que a fonte tem um impacto significativo a nível local, sobretudo nos receptores localizados a Norte e a Sul da pista, numa extensão que pode atingir cerca de 1000 m do centro da base com valores de L_{Aeq} superiores a 60 dB (A). As freguesias mais afectadas pelo ruído da Base Aérea são as que se localizam na proximidade imediata à base, nomeadamente Monte Real, Carvide, Serra de Porto Urso e Amor.

Estimativa da população exposta às diferentes classes de níveis de ruído

No Quadro 17 apresentam-se os resultados obtidos para o Concelho de Leiria, quer em valor absoluto, quer relativo (percentagem).

Para comparar os valores calculados com os limites estabelecidos pelo RGR para as diferentes zonas - "sensíveis" e "mistas" – para os respectivos indicadores L_{den} e L_n, apresentam-se no Quadro 17 zonas com uma coloração diferente correspondentes aos respectivos valores limite. Assim, os níveis que respeitam os limites para zonas sensíveis apresenta-se sem sombreado, o sombreado cinza claro corresponde aos limites para zonas mistas e o cinza escuro marca os limites dos níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

Quadro 17 – População de Leiria exposta a diferentes classes de níveis de ruído

	Indicador L_{den}		**Indicador L_n**	
Classes de níveis de ruído ambiente (dB(A))	**N.º Hab.**	**% Hab expostos aos limites**	**N.º Hab.**	**% Hab expostos aos limites**
<45	68113	**80**	63238	**53**
45-50	15804		14047	**23**
50-55	11647		13510	
55-60	8427	**14**	10620	**24**
60-65	8104		8280	
65-70	6339	**6**	7076	
70-75	1240		2753	
>75	168		317	

A estimativa da percentagem da população exposta aos diferentes níveis de ruído indica que:

- **Para o indicador L_{den}:**
  - 20 % da população está exposta a níveis de ruído ambiente que excedem o limite referente a zonas sensíveis;
  - 6 % da população está exposta a níveis superiores ao limite máximo para zonas mistas;
- **Para o indicador L_n:**
  - 47 % da população está exposta a um nível superior ao limite para zonas sensíveis;
  - 24 % da população está sujeita a níveis que excedem o limite máximo para a zonas mistas.

3. Conclusões

Elaboraram-se os Mapas de Ruído do Concelho de Leiria, à escala municipal (1:25.000), os quais descrevem os níveis de ruído ambiente do respectivo Concelho, para a situação actual, tendo por base os indicadores de ruído L_{den} e L_n, de acordo, quer com as "Directrizes para elaboração de Mapas de Ruído" (versão 2 - Junho 2008), da autoria da APA, quer com o Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo DL nº 9/2007, de 17 de Janeiro.

Foi estimada para o Concelho a exposição da população a intervalos de níveis de ruído numa gama entre 45 dB(A) e 75 dB(A), em intervalos de 5 dB.

Os Mapas de Ruído obtidos constituem um elemento importante para a incorporação da poluição sonora nas tomadas de decisões nos processos de planeamento e ordenamento do território do respectivo Concelho. Com base na informação disponibilizada nos Mapas é possível identificar as principais fontes de ruído, identificar áreas prioritárias para redução de níveis de ruído, visualizar e quantificar as áreas de influência acústica das principais fontes sonoras existentes e definir estratégias para o zonamento acústico com níveis sonoros compatíveis.

Da análise dos resultados obtidos destacam-se os seguintes aspectos mais significativos:

- Do ponto vista qualitativo e quantitativo, a fonte de ruído mais significativa é o tráfego rodoviário. As vias com uma influência mais significativa são as estruturantes que servem e atravessam o Concelho, nomeadamente: a **A1** e o **IC2**;
- O ruído proveniente do tráfego ferroviário na linha do Oeste não apresenta contribuição significativa para o ruído ambiente;
- As fontes de ruído industrial mais significativas neste Concelho estão associadas à indústria extractiva e de transformação "pesada", nomeadamente extracção de terras e areias, cimenteira e metalomecânicas. Nos casos em que estas indústrias se encontram afastadas de grandes eixos rodoviários a sua influência no ruído ambiente é notória e pode ser verificada no Mapa de Ruído. Neste Concelho existem outras unidades/zonas industriais com impacto sonoro menos significativo, ou porque se localizam próximo das

vias de maior volume de tráfego, nomeadamente do IC2, da A1, da EN 356 e da EN113, ou porque se tratam de indústrias "leves", muitas vezes confinadas em pavilhões industriais fechados;

- Relativamente ao ruído proveniente do tráfego aéreo constata-se que este tipo de ruído tem impacto significativo a nível local, nomeadamente nas freguesias de Monte Real, Carvide, Serra de Porto Urso e Amor;

- Da análise efectuada à estimativa da população exposta a diferentes classes de níveis de ruído conclui-se que:
  - Cerca de 6% da população encontra-se exposta a níveis de ruído superiores a 65 dB(A), limite estabelecido pelo RGR para **zonas mistas** para o **indicador L_{den}**;
  - Para o **indicador L_n** a percentagem da população que se encontra exposta a níveis de ruído superiores a 55 dB(A), limite estabelecido pelo RGR para **zonas mistas** neste período, é de 24%.
  - Cerca de 20% da população encontra-se exposta a níveis de ruído superiores a 55 dB(A), limite estabelecido pelo RGR para **zonas sensíveis** para o **indicador L_{den}**;
  - Para o **indicador L_n** a percentagem da população que se encontra exposta a níveis de ruído superiores a 45 dB(A), limite estabelecido pelo RGR para **zonas sensíveis** neste período, é de 47%. O **indicador L_n** corresponde, segundo esta análise, ao período mais crítico.