



Plural

Planeamento Urbano, Regional
e de Transportes, Lda.



**ADAPTAÇÃO DO MAPA DE RUÍDO
DO CONCELHO DE BRAGANÇA AO
NOVO REGULAMENTO GERAL DO
RUÍDO**

RELATÓRIO

JULHO de 2008

CÂMARA MUNICIPAL DE BRAGANÇA



Plural

Planeamento Urbano, Regional
e de Transportes, Lda.



ADAPTAÇÃO DO MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE BRAGANÇA AO NOVO REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO

RELATÓRIO

JULHO de 2008

CÂMARA MUNICIPAL DE BRAGANÇA

Na capa: (1) Casas em Rio de Onor, (2) Mosteiro em Castro de Avelãs, (3) Parque de Montesinho, (4) Careto, (5) Rio Maças em Quintanilha, (6) Casa Brasonada em Bragança, (7) Ponte medieval em Frieiras.

Elaborado por:

João Pedro Silva – Eng. Mecânico
José Silva – Eng. Químico Industrial



Rua Paulo Jorge, 6
2775-613 CARCAVELOS
PORTUGAL

T 21 456 98 70
F 21 456 98 79

plural@plural-planeamento.pt
www.plural-planeamento.pt

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	5
2. ENQUADRAMENTO LEGAL	7
2.1 CONTEXTO LEGISLATIVO	7
2.2. DEFINIÇÕES	8
3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	11
3.1 METODOLOGIA	11
3.2 NORMAS E PARÂMETROS DE CÁLCULO	12
3.2.1 TRÁFEGO RODOVIÁRIO	12
3.2.2 TRÁFEGO FERROVIÁRIO	12
3.2.3 FONTES INDUSTRIAIS	12
3.2.4 PARÂMETROS DE CÁLCULO	13
3.3 ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO EXISTENTES AOS NOVOS INDICADORES LDEN E LN	14
3.3.1 PROCEDIMENTOS PARA ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	14
3.3.2 PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS	15
4. MAPA DE RUÍDO PARA O MUNICÍPIO DE BRAGANÇA	17
4.1 MODELO DIGITAL DO TERRENO	17
4.2 EDIFÍCIOS E BARREIRAS ACÚSTICAS	17
4.3 FONTES DE RUÍDO	18
4.3.1 TRÁFEGO RODOVIÁRIO	18
4.3.2 TRÁFEGO FERROVIÁRIO	25
4.3.3 ZONAS INDUSTRIAIS	25
4.3.4 TRÁFEGO AÉREO	26
4.4 VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO	26
4.4.1 MEDIÇÕES ACÚSTICAS	27
4.4.1.1 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE RECOLHA DE DADOS	27
4.5.2. VALIDAÇÃO	28
4.5.2.1. RESULTADOS	28
4.5.2.2. VALIDAÇÃO	29
4.5.2.3. ACTUALIZAÇÃO DAS FONTES SONORAS E CARTOGRAFIA	29
4.5.2.4. GERAÇÃO DOS NOVOS MAPAS DE RUÍDO	29
4.5 RESULTADOS	29
4.5.1 ANÁLISE DE RESULTADOS	30
4.5.2 PLANOS MUNICIPAIS DE REDUÇÃO DE RUÍDO	31
ANEXOS	35

1. INTRODUÇÃO

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

A carta de ruído do Concelho de Bragança foi elaborada com base nas mais recentes exigências, constantes dos quadros legais nacionais e europeus.

Os mapas de ruído são considerados como formas privilegiadas de diagnóstico para avaliação da incomodidade das populações ao ruído e como instrumentos que estão na base para a elaboração dos planos de redução de ruído. O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, aprova o Regulamento Geral de Ruído (RGR) e o Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, transpõe a Directiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Os mapas municipais de ruído para articulação com o PDM são o resultado da sobreposição dos mapas elaborados para os quatro tipos de fontes sonoras (tráfego rodoviário, ferroviário e aéreo, e indústrias).

O mapa de ruído para o Concelho de Bragança traduz o estado acústico do local e as influências das fontes de ruído mais relevantes. Esta é apresentada de uma forma sistematizada e seleccionada, sendo uma ferramenta importante no planeamento urbano, no desenvolvimento urbanístico, na definição de zonas de actividades, no controlo de ruído e no apoio à decisão.

O mapa de ruído tem, então, os seguintes objectivos:

- Identificar, qualificar e quantificar o ruído ambiente;
- Identificar situações de conflito do ruído com o tipo de zona;
- Avaliar a exposição ao ruído das populações;
- Apoiar a decisão na correcção de situações existentes;
- Planear e definir objectivos e planos para o controlo e a redução do ruído;
- Influenciar o planeamento urbanístico do local;

A carta de ruído fornece uma visualização global do ruído para o Município de Bragança, permitindo avaliar correctamente as situações em cada zona e realizar uma análise primária na gestão do ruído na área do Concelho, em termos de ruído ambiente.

O presente mapa de ruído é uma adaptação do anterior mapa de ruído que foi elaborado à luz do anterior Regulamento Geral de Ruído (RGR – Dec.-Lei 292/2000). É objectivo ir ao encontro do novo RGR (Dec.Lei – 9/2007), que, entre outras novidades, estabelece a elaboração dos mapas a uma altura de 4 metros para os indicadores “diurno-entardecer-nocturno” e “nocturno”. Foram seguidas as orientações do documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído” da Agência Portuguesa do Ambiente de Março de 2007.

IDENTIFICAÇÃO

Requerente	Câmara Municipal de Bragança	
Local	Todos os ensaios foram realizados dentro da área de estudo.	
Levantamentos das fontes sonoras cartografadas	Datas	Mês de Maio e de Setembro a Novembro de 2005
	Hora (Período Diurno)	Das 7h00m às 20h00m
	Hora (Período Entardecer)	Das 20h00m às 23h00m
	Hora (Período Nocturno)	Das 23h00m às 07h00m

2. ENQUADRAMENTO LEGAL

2.1 CONTEXTO LEGISLATIVO

O novo Regulamento Geral de Ruído (RGR) – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro de 2007 vem substituir o Decreto-Lei n.º 292/2000.

Das alterações introduzidas com o novo RGR é de destacar:

CAPÍTULO II - Planeamento municipal

(Artigo 6.º - Planos municipais de ordenamento do território)

1. Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas.
2. Compete aos Municípios estabelecer nos planos municipais de ordenamento do território a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas.
3. A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas é realizada na elaboração de novos planos e implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor.
4. Os Municípios devem acautelar, no âmbito das suas atribuições de ordenamento do território, a ocupação dos solos com usos susceptíveis de vir a determinar a classificação da área como zona sensível, verificada a proximidade de infra-estruturas de transporte existentes ou programadas.

(Artigo 7.º - Mapas de ruído)

1. As câmaras municipais elaboram mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos directores municipais e dos planos de urbanização.
2. As câmaras municipais elaboram relatórios sobre recolha de dados acústicos para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos de pormenor, sem prejuízo de poderem elaborar mapas de ruído sempre que tal se justifique.
3. Exceptuam-se do disposto nos números anteriores os planos de urbanização e os planos de pormenor referentes a zonas exclusivamente industriais.
4. A elaboração dos mapas de ruído tem em conta a informação acústica adequada, nomeadamente a obtida por técnicas de modelação apropriadas ou por recolha de dados acústicos realizada de acordo com técnicas de medição normalizadas.
5. Os mapas de ruído são elaborados para os indicadores L_{den} e L_n reportados a uma altura de 4 m acima do solo.

6. Os Municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/ km² estão sujeitos à elaboração de mapas estratégicos de ruído, nos termos do disposto no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho.

O novo RGR estabelece ainda para os mapas de ruído já existentes, a necessidade de serem adaptados à nova legislação: “(Artigo 4.º - **Regime transitório**). Os Municípios que dispõem de mapas de ruído à data de publicação do presente decreto-lei devem proceder à sua adaptação, para efeitos do disposto no artigo 8.º do Regulamento Geral do Ruído, até 31 de Março de 2007.”

O novo RGR define ainda (Artigo 5.º - **Informação e apoio técnico**) que incumbe ao Instituto do Ambiente (IA) prestar apoio técnico às entidades competentes para elaborar mapas de ruído e planos de redução de ruído, incluindo a definição de directrizes para a sua elaboração.

Com este objectivo o IA elaborou o documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, o qual também define os procedimentos a tomar em conta na actualização dos mapas de ruído já existentes. O referido documento serve de base para a presente adaptação do Mapa de Ruído do Município.

O RGR reporta os limites permitidos do nível sonoro de longa duração para os indicadores diurno-entardecer-nocturno. Os valores limite para os dois tipos de zona são apresentados no quadro seguinte.

Zona	Indicador Diurno-Entardecer-Nocturno / Lden	Indicador Nocturno Ln
Sensível	55 dB(A)	45 dB(A)
Mista	65 dB(A)	55 dB(A)
Sem classificação*	63 dB(A)	53 dB(A)

* - Em caso de classificação ainda não definitiva, os limites aplicáveis de 63 dB(A) para o indicador Lden e de 53 dB(A) para o indicador Ln.

2.2. DEFINIÇÕES

Nos pontos seguintes apresentam-se algumas definições importantes relativas aos mapas de ruído.

CAPÍTULO I – DISPOSIÇÕES GERAIS

(Artigo 3º - Definições)

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

j) «Indicador de ruído diurno-entardecer-anoitecer (Lden)» o indicador de ruído, expresso em dB(A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

$$L_{den} = 10x \log \frac{1}{24} \left[13x10^{\frac{L_d}{10}} + 3x10^{\frac{L_e+5}{10}} + 8x10^{\frac{L_n+10}{10}} \right]$$

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

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

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

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

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

q) «Receptor sensível» o edifício habitacional, escolar, hospitalar ou similar ou espaço de lazer, com utilização humana;

r) «Ruído de vizinhança» o ruído associado ao uso habitacional e às actividades que lhe são inerentes, produzido directamente por alguém ou por intermédio de outrem, por coisa à sua guarda ou animal colocado sob a sua responsabilidade, que, pela sua duração, repetição ou intensidade, seja susceptível de afectar a saúde pública ou a tranquilidade da vizinhança;

s) «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;

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

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

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

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

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

Há ainda a realçar os conceitos:

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

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

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

em que:

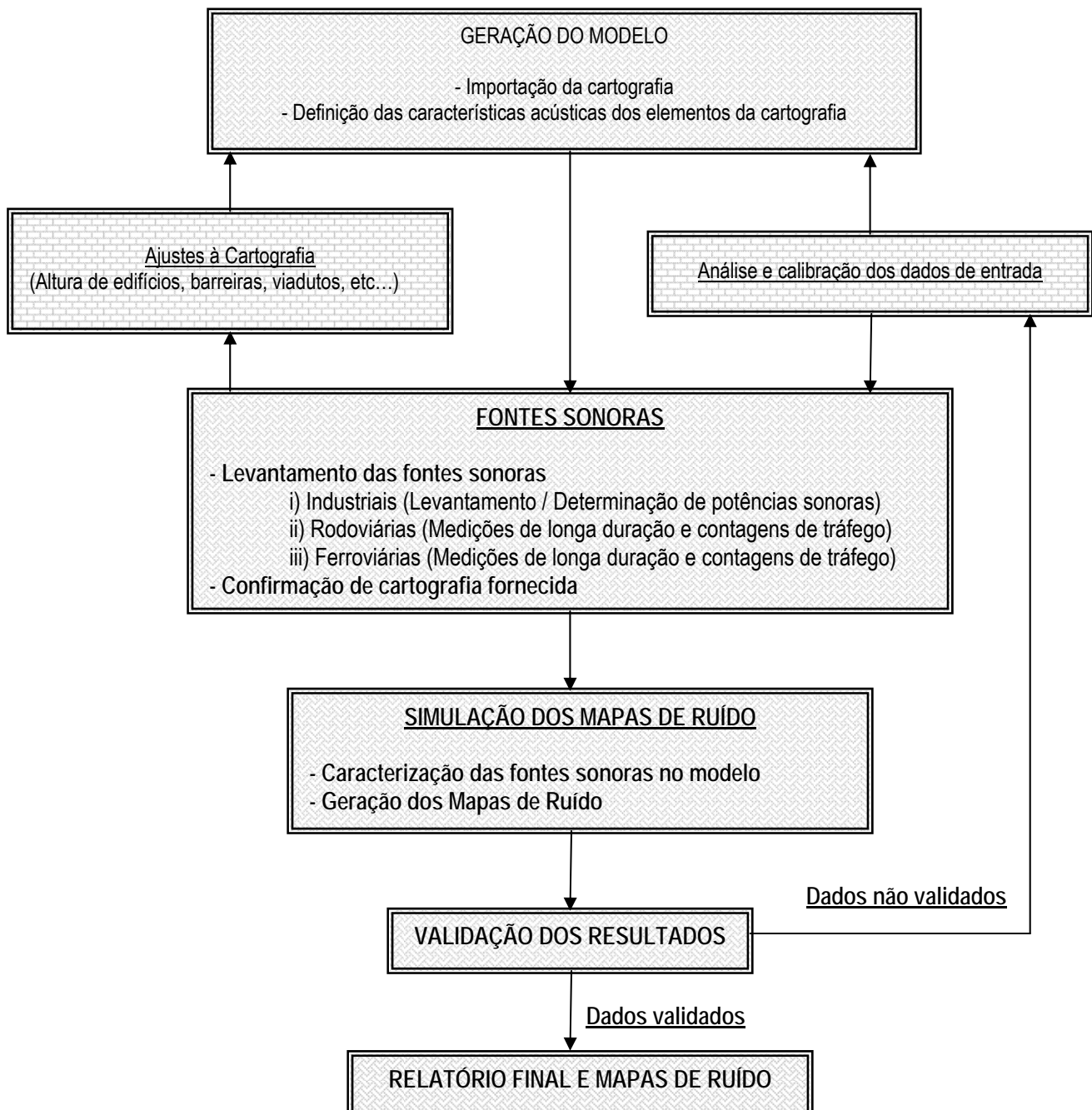
L (t)- valor instantâneo do nível sonoro em dB (A);

T- o período de tempo considerado.

3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

3.1 METODOLOGIA

A elaboração de um mapa de ruído pode ser descrita resumidamente pelo diagrama em baixo apresentado:



3.2 NORMAS E PARÂMETROS DE CÁLCULO

3.2.1 Tráfego Rodoviário

Na ausência de um método nacional para o cálculo de níveis de ruído de tráfego rodoviário, recorreu-se, neste estudo, ao método recomendado pela Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (2002/49/CE) de 25 de Junho.

Aquela Directiva recomenda, no seu anexo II, que para o cálculo do ruído de tráfego rodoviário, deve ser utilizado o método NMPB-1996 (Norma XPS 31-133).

3.2.2 Tráfego Ferroviário

Na ausência de um método nacional para o cálculo de níveis de ruído de tráfego ferroviário, recorreu-se, neste estudo, ao método recomendado pela Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (2002/49/CE) de 25 de Junho.

A Directiva recomenda, no seu anexo II, que para o cálculo do ruído de tráfego ferroviário, deve ser utilizado o método holandês "Standaard-Rekenmethode II".

3.2.3 Fontes industriais

No que se refere às indústrias, a determinação da potência sonora baseia-se na Norma ISO 8297:1994 (E). Para a determinação da potência sonora, esta norma indica a realização de medições de ruído ambiente na área envolvente à unidade industrial em avaliação, realizadas a distâncias (entre pontos e entre o ponto e a unidade) e alturas variáveis de acordo com as características da indústria (altura média das fontes, comprimento máximo da unidade industrial).

A norma impõe algumas limitações para a determinação das potências sonoras, nomeadamente o facto do nível de ruído residual da zona circundante dever ser inferior em pelo menos 6 dB ao nível gerado pela indústria, as fontes sonoras devem localizar-se no exterior e as áreas das instalações devem ter um comprimento inferior a 320 metros.

O procedimento foi simplificado, tendo sido inicialmente definidas as indústrias que influem no ambiente sonoro envolvente. De seguida efectuaram-se medições na sua envolvente para caracterização dos níveis sonoros gerados pelas fontes de ruído industriais, nos designados locais de calibração das fontes industriais.

A potência sonora da unidade industrial é então determinada em função dos valores medidos, inseridos no modelo como pontos receptores, fazendo-se variar a potência de cada unidade até que os valores medidos sejam iguais aos calculados para os mesmos pontos.

Os níveis de ruído no receptor são calculados de acordo com a Norma ISO 9613;1996.

3.2.4 Parâmetros de Cálculo

O modelo a criar será a base para simular os níveis sonoros na área de estudo devido às fontes de ruído consideradas, com o rigor desejado. É desejável que os parâmetros de cálculo adoptados, por um lado, garantam o rigor de cálculo exigível, e por outro tornem o cálculo mais célere gerando resultados em períodos de tempo aceitáveis.

Os parâmetros de cálculo adoptados no modelo que está na base dos mapas de ruído do Município de Bragança, são de seguida descritos.

Parâmetros de cálculo

Parâmetros	Dados de cálculo
Malha de cálculo	Malha rectangular de 15 x 15 metros
Equidistância das Curvas de Nível	10 metros
Altura de Avaliação	4 metros
Volumetria do Edificado	Para os edifícios/conjunto de edifícios constituídos pelo piso térreo, a cêrcea considerada destes foi de 3 metros. Para os restantes edifícios/conjunto de edifícios foram adicionados 3 metros por cada piso adicional. Assumiu-se, em termos médios 2 pisos para o edificado existente na área de estudo.
Absorção dos elementos (Coeficiente de absorção sonora)	Ver quadro seguinte
Ordem das reflexões	1º grau
Comprimento Raio Sonoro	2 000 Metros
Condições Meteorológicas (Períodos de Referência)	Diurno: 50% favorável à propagação de ruído. Entardecer: 75% favorável à propagação de ruído. Nocturno: 100% favorável à propagação de ruído.

Coefficiente de absorção sonora

Superfície	Factor de absorção
Floresta / Campo	1.0
Agricultura	1.0
Zona urbana	0.0
Zona Industrial	0.0
Água	0.0
Área residencial	0.5

Nota: (1-absorvente; 0-reflector)

3.3 ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO EXISTENTES AOS NOVOS INDICADORES L_{DEN} E L_N

Neste capítulo é estabelecido o processo que permite obter mapas em termos dos novos indicadores a partir da informação que esteve na base da elaboração dos mapas reportados aos anteriores indicadores, como é o caso do mapa de ruído do Município de Bragança. O processo é definido pelo Agência Portuguesa do Ambiente no documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”.

3.3.1 Procedimentos para adaptação dos mapas de ruído

Considera-se aceitável que o mapa relativo ao indicador L_n seja idêntico ao mapa relativo a L_{Aeq} (22-7h) caso este tenha sido calculado para uma altura acima do solo de 4 metros. Caso essa altura tenha sido de 1,5 metros, deverá ser efectuada nova simulação para 4 metros, de resto em tudo idêntica à primeira. Para obter o mapa para o indicador L_{den} , as adaptações necessárias prendem-se com a redistribuição dos fluxos de tráfego nos novos três períodos de referência.

Para tráfego rodoviário, recomenda-se o seguinte:

$$TMH_{7-20h} = TMH_{7-22h}$$
$$TMH_{20-23h} = \frac{(2 \times TMH_{7-22h} + 1 \times TMH_{22-7h})}{3}$$
$$TMH_{23-7h} = TMH_{22-7h}$$

Para tráfego ferroviário e aéreo haverá necessidade de serem conhecidos os fluxos de tráfego por cada um dos novos períodos de referência.

Para o caso de fontes fixas com laboração de 24 horas e para as quais tenham sido assumidos, nos mapas de ruído existentes, valores distintos de níveis de potência sonora (L_w) para os períodos diurno (7-22h) e nocturno (22-7h), recomenda-se o seguinte:

$$L_{w(7-20h)} = L_{w(7-22h)}$$

$$L_{w(20-23h)} = 10 \log_{10} \left(\frac{2 \times 10^{\frac{L_{w(7-22h)}}{10}} + 1 \times 10^{\frac{L_{w(22-7h)}}{10}}}{3} \right)$$

$$L_{w(23-7h)} = L_{w(22-7h)}$$

Para efeitos de adaptação dos mapas existentes, considera-se dispensável a realização de medições acústicas para validação dos resultados assim obtidos.

3.3.2 PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS






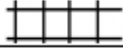

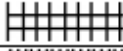











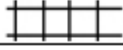
A representação gráfica dos mapas de ruído obedecerá aos seguintes requisitos:

– em formato papel, a escala dos mapas de ruído deve ser igual ou superior a 1:25 000, excepto no caso de mapas para articulação com PU/PP para os quais a escala deve ser igual ou superior a 1:5 000.

– informação mínima a incluir:

- denominação da área abrangida e toponímia de lugares principais;
- identificação dos tipos de fontes sonoras consideradas;
- métodos de cálculo adoptados;
- escala;
- ano a que se reportam os resultados;
- indicador de ruído, Lden ou Ln;
- legenda para a relação cores/padrões-classes de níveis sonoros.

No quadro em baixo encontra-se definida a representação gráfica à qual devem obedecer os mapas de ruído. No entanto, no caso de Bragança, optou-se por assumir a cor branca para as classes mais baixas dos indicadores Lden e Ln, uma vez que estas abrangem a maior parte da área do Concelho.

Classes do Indicador	Cor		RGB	Padrão de sombreado		Dim/Esp
$L_{den} \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão		255,0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim		196,20,37	linhas cruzadas, média densidade		0,5 / 4
$L_{den} > 70$	magenta		255,0,255	linhas cruzadas, alta densidade		0,5 / 2
$L_n \leq 45$	verde escuro		0,181,0	pontos grandes, alta densidade		6 / 6
$45 < L_n \leq 50$	amarelo		255,255,69	linhas verticais, baixa densidade		0,5 / 8
$50 < L_n \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_n \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$L_n > 60$	vermelhão		255 0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8

4. MAPA DE RUÍDO PARA O MUNICÍPIO DE BRAGANÇA

4.1 MODELO DIGITAL DO TERRENO

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

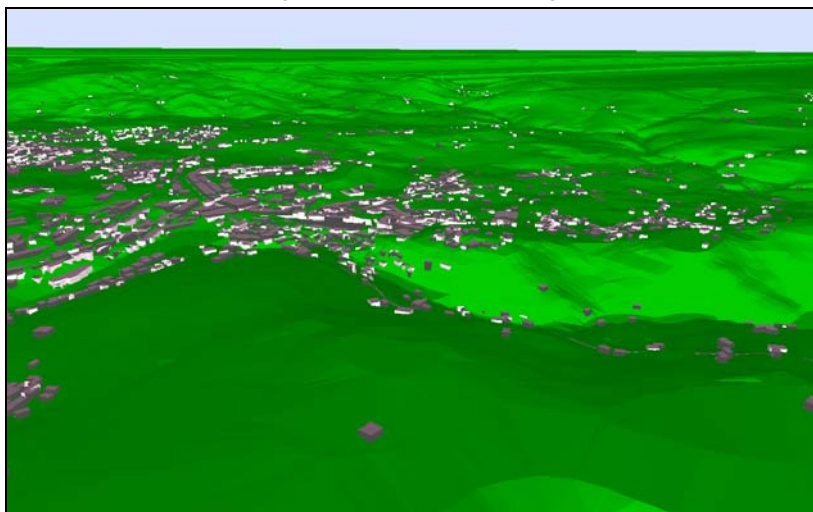
Para a elaboração do MDT é necessária informação relativa à altimetria do terreno, nomeadamente curvas de nível e/ou pontos cotados. No que se refere a Bragança o MDT foi construído a partir das curvas de nível, informação fornecida pelo Município. As curvas apresentam uma equidistância de dez metros na generalidade do Concelho.

4.2 EDIFÍCIOS E BARREIRAS ACÚSTICAS

A informação relativa aos edifícios, fornecida pelo Município foi também tida em conta na simulação, em termos de localização e altura. Para o cálculo foi ainda considerado um valor médio de absorção sonora para as fachadas dos edifícios.

Na figura seguinte apresenta-se, como exemplo, um excerto do modelo tridimensional efectuado para o Município de Bragança.

Vista geral do Município de Bragança



Para efeitos de reflexão no solo assumiu-se que os terrenos em torno das vias de comunicação são reflectores no caso de se tratar de uma zona com elevada densidade de habitações e sem áreas verdes. Nas zonas verdes considerou-se um solo absorvente.

4.3 FONTES DE RUÍDO

O presente estudo tem definido como fontes de ruído, as rodovias e as indústrias que influem no ambiente sonoro envolvente. As fontes de ruído foram modeladas de acordo com a sua geometria real de forma a reproduzir no modelo a realidade acústica existente, com o rigor desejado.

Na elaboração dos mapas de ruído foram consideradas as fontes sonoras que influem no ambiente sonoro da área do mapa, bem como as fontes sonoras que, embora localizadas fora dos limites do plano, têm também influência no seu ambiente sonoro.

Um exemplo desta situação é o ruído emitido pelo tráfego rodoviário que circula na proximidade dos limites do Município (embora fora dele), influenciando ainda o ambiente sonoro neste.

4.3.1 Tráfego Rodoviário

A avaliação dos fluxos de tráfego dentro do Concelho permitiu definir quais as rodovias com maior contribuição para os níveis sonoros dentro do espaço concelhio e assim aquelas que deveriam ser consideradas na modelação.

O tráfego rodoviário constitui a principal fonte de ruído identificada na área do Município de Bragança. As vias existentes têm na sua maioria, um baixo nível de tráfego médio horário, verificando-se, contudo, algumas vias principais com valores elevados de tráfego, das quais se destacam o IP4 ou E82, EN103, EN15 e a EN317, verificando-se assim, nestes eixos rodoviários os valores de ruído mais elevados.

A determinação do tráfego médio horário a considerar em cada uma das vias, para os dois períodos em análise, diurno e nocturno (anterior legislação), teve como informação de base os estudos de tráfego das Estradas de Portugal (EP).

Nas vias sem cobertura do EP, recorreu-se a contagens de tráfego *in situ*. Para cada estrada foram efectuadas 6 contagens para o período diurno e 4 para o período nocturno. Em cada período de referência foram efectuadas duas amostragens nas horas de maior tráfego, tipicamente as horas de ponta (manhã, tarde) para o período diurno e entre as 22h e as 24h para o período nocturno, sendo as restantes contagens, em cada período, efectuadas nas horas consideradas menos críticas.

Cada contagem de tráfego teve a duração de 30 minutos. O tráfego em rotundas e acessos foi estimado com base nas rodovias que lhes são contíguas e em algumas amostragens para verificar as tendências de circulação nesses pequenos troços.

Nas estradas usadas para a validação do modelo as contagens de tráfego foram acompanhadas de medições acústicas.

Cada rodovia foi dividida em troços de acordo com as variações de tráfego médio horário que nela circula. Os valores de tráfego considerados em cada um dos troços, assim como a velocidade considerada para os veículos ligeiros nos três períodos de referência previstos no novo Regulamento Geral de Ruído (RGR), são apresentados no quadro seguinte.

Estes dizem respeito aos 3 períodos (diurno, entardecer e nocturno) e foram apurados conforme as Directrizes do Agência Portuguesa do Ambiente para adaptação de mapas de ruído à nova legislação.

Tráfego Médio Diário Anual por Período de Referência

Estrada	DIURNO		ENTARDECER		NOCTURNO		Vel. (km/h)
	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	
AE4	25	12.5	18	8.3	3	0	50
1	16	15	12	10.0	3	0	50
2	41	14.3	30	9.5	7	0	50
3	3	0	2	0.0	0	0	50
4	23	15	16	10.3	3	1	50
5	11	15	8	10.0	3	0	50
6	51	11.1	37	7.4	10	0	50
7	311	1.3	218	0.9	32	0	50
8	188	15	146	13.9	63	11.8	120
9	411	2.4	300	2.5	78	2.8	70
10	234	1.7	171	2.7	45	4.8	70
11	91	6.6	64	4.7	10	1	70
12	115	5.1	84	3.7	23	1	70
13	*	*	*	*	*	*	*
14	104	1.4	76	1.3	20	1	70
15	*	*	*	*	*	*	*
16	101	1.5	75	1.0	22	0	70
17	*	*	*	*	*	*	*
18	111	1.4	81	0.9	22	0	70
19	*	*	*	*	*	*	*
20	7	0	5	0.0	2	0	50
21	15	1	12	1.0	7	1	70

Estrada	DIURNO		ENTARDECER		NOCTURNO		Vel. (km/h)
	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	
22	81	2.7	59	2.7	15	2.8	70
23	*	*	*	*	*	*	*
24	39	0	28	0.9	5	2.8	70
25	13	0	9	0.0	1	0	50
26	30	5.3	21	3.9	4	1	50
27	9	0	6	0.0	1	0	50
28	20	15	14	10.3	3	1	70
29	12	14.3	8	9.9	1	1	70
30	31	0	21	0.3	2	1	70
31	13	15	9	10.0	1	0	70
32	26	0	18	0.3	2	1	50
33	7	0	5	0.0	1	0	70
34	12	0	9	0.3	2	1	50
35	5	0	4	0.0	1	0	50
36	6	0	5	0.3	2	1	50
37	15	0	11	0.3	2	1	50
38	5	0	4	0.0	1	0	50
39	16	0	11	0.3	2	1	50
40	3	0	2	0.0	1	0	50
41	17	0	12	0.3	2	1	50
42	210	23.6	153	25.0	38	27.8	120
43	1091	0.9	806	1.0	235	1.1	50
44	461	0.5	345	0.8	114	1.4	50
45	1123	1.9	894	1.8	435	1.5	50
46	572	7.7	422	7.0	121	5.5	70
47	15	15	10	10.0	1	0	50
48	249	0	178	0.0	37	0	50
49	49	0	34	0.3	5	1	70
50	15	7.7	10	5.1	1	0	70
51	33	0	23	0.3	2	1	70
52	*	*	*	*	*	*	*
53	13	0	9	0.3	2	1	70
54	73	13.6	52	9.1	10	0	70
55	364	1.5	259	4.0	49	9.1	50
56	951	0.4	708	0.3	221	0	50
57	257	16.5	180	27.7	26	50	120
58	336	1.7	252	2.0	84	2.7	50
59	213	7.1	158	9.3	47	13.6	120

Estrada	DIURNO		ENTARDECER		NOCTURNO		Vel. (km/h)
	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	
60	*	*	*	*	*	*	*
61	68	6.4	50	4.6	15	1	70
62	73	2	54	1.3	15	0	70
63	8	0	6	0.0	1	0	70
64	53	10	39	6.7	10	0	90
65	37	11.1	26	7.7	5	1	90
66	*	*	*	*	*	*	*
67	11	0	8	0.0	1	0	50
68	21	0	16	0.3	5	1	70
69	*	*	*	*	*	*	*
70	*	*	*	*	*	*	*
71	16	0	12	0.0	4	0	70
72	37	4	28	2.7	11	0	70
73	34	0	26	0.0	11	0	50
74	3	1	2	0.7	1	0	50
75	22	0	16	0.0	5	0	50
76	32	4	23	2.7	5	0	70
77	5	0	4	0.0	1	0	50
78	27	4.8	19	3.5	2	1	70
79	16	10	11	6.7	1	0	50
80	25	10	17	7.0	2	1	70
81	20	15	14	10.3	2	1	70
82	14	0	10	0.3	2	1	90
83	3	0	2	0.0	1	0	70
84	5	0	4	0.3	2	1	90
85	11	0	8	0.0	1	0	50
86	15	0	11	0.3	2	1	70
87	18	0	13	0.3	2	1	70
88	18	0	12	0.0	1	0	70
89	3	0	3	0.3	2	1	70
90	40	0	32	0.0	15	0	70
91	62	4.4	48	2.9	19	0	70
92	73	2.7	56	1.8	22	0	70
93	18	0	13	0.0	4	0	50
94	52	0	38	0.0	10	0	70
95	230	0	166	0.0	37	0	50
96	25	0	18	0.0	5	0	50
97	12	0	10	0.3	5	1	50

Estrada	DIURNO		ENTARDECER		NOCTURNO		Vel. (km/h)
	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	
98	13	0	9	0.3	2	1	50
99	3	0	2	0.0	1	0	50
100	6	0	4	0.0	1	0	50
101	14	0	11	0.3	5	1	70
102	17	10	12	7.0	2	1	70
103	31	6.7	23	4.5	7	0	70
104	3	0	2	0.0	1	0	70
105	6	0	4	0.0	1	0	70
106	42	7.1	32	4.7	11	0	70
107	12	15	9	10.3	4	1	70
108	20	15	14	10.3	2	1	70
109	3	0	3	0.3	2	1	50
110	6	15	4	10.0	1	0	50
111	7	0	5	0.3	2	1	50
112	9	0	6	0.0	1	0	70
113	13	0	9	0.3	2	1	50
114	20	15	14	10.3	2	1	50
115	53	4.8	40	4.9	15	5	70
116	18	10	12	6.7	1	0	50
117	25	15	17	10.3	2	1	70
118	5	0	4	0.0	1	0	70
119	35	14.3	27	11.2	10	5	90
120	43	15	34	15.0	15	15	70
121	79	12.1	61	8.1	26	0	90
122	3	0	2	0.0	1	0	70
123	75	6.5	59	4.3	26	0	90
124	16	0	14	0.0	10	0	70
125	4	0	4	0.3	5	1	70
126	170	26.9	123	40.2	30	66.7	120
127	95	0	70	0.0	20	0	90
128	*	*	*	*	*	*	*
129	9	0	7	0.3	2	1	70
130	127	23.3	92	26.6	22	33.3	70
131	3	0	2	0.0	1	0	70
132	6	0	4	0.0	1	0	70
133	85	0	62	0.3	15	1	90
134	12	0	10	0.3	7	1	70
135	73	0	51	0.3	7	1	90

Estrada	DIURNO		ENTARDECER		NOCTURNO		Vel. (km/h)
	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	
136	481	10.3	363	10.2	126	10	120
137	209	6.3	159	5.9	60	5	70
138	80	8.3	55	5.9	5	1	70
139	146	6.3	116	4.9	55	2	90
140	39	0	27	0.3	4	1	70
141	3	0	2	0.0	1	0	70
142	54	0	37	0.3	4	1	70
143	2	0	2	0.0	1	0	70
144	69	0	47	0.3	3	1	70
145	4	0	3	0.0	1	0	70
146	73	0	50	0.3	3	1	70
147	28	5.6	19	4.1	2	1	70
148	4	1	3	0.7	1	0	50
149	20	0	14	0.0	1	0	70
150	36	4.3	25	3.2	2	1	50
151	5	1	4	0.7	1	0	50
152	25	0	17	0.3	2	1	50
153	14	15	10	10.3	2	1	70
154	20	15	14	10.3	2	1	70
155	514	3.3	358	2.9	45	2	120
156	74	9.5	66	6.7	50	1	90
157	20	0	14	0.0	1	0	70
158	48	6.7	47	4.8	45	1	70
159	25	11.1	17	7.4	1	0	70
160	39	8.3	39	5.9	40	1	70
161	27	15	23	10.0	15	0	70
162	38	0	26	0.3	2	1	50
163	26	0	27	0.3	30	1	50
164	7	0	5	0.3	2	1	50
165	21	0	15	0.3	2	1	50
166	6	0	4	0.0	1	0	50
167	1	1	1	1.0	2	1	50
168	426	11.9	314	9.6	91	5	120
169	19	0	13	0.0	1	0	50
170	28	0	27	0.3	25	1	50
171	18	0	14	0.3	5	1	70
172	4	0	3	0.3	2	1	50
173	6	15	4	10.0	1	0	50
174	13	0	9	0.3	2	1	70

Estrada	DIURNO		ENTARDECER		NOCTURNO		Vel. (km/h)
	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	TMHC	% Veic. Pes.	
175	4	1	3	0.7	1	0	70
176	46	2.9	37	2.3	20	1	70
177	89	9.6	63	6.7	10	1	70
178	134	5.9	94	4.3	15	1	50
179	5	1	4	0.7	1	0	70
180	68	0	50	0.3	15	1	90
181	68	0	52	0.3	20	1	90
182	5	1	4	0.7	1	0	70
183	476	8.2	336	5.5	56	0	120
184	7	1	5	0.7	1	0	70
185	14	1	11	1.0	5	1	70
186	5	1	4	0.7	1	0	50
187	19	1	14	1.0	4	1	70
188	5	1	4	0.7	1	0	70
189	24	10	17	7.0	3	1	70
190	18	0	13	0.3	2	1	70
191	17	15	12	10.3	2	1	70
192	10	0	7	0.0	1	0	70

Contagens de Tráfego efectuadas pela Sonometria – valores apurados conforme Cap.5 do documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído da Agência Portuguesa do Ambiente” de Março de 2007.

* - Dados disponibilizados pelas Estradas de Portugal

Estradas com cobertura do recenseamento de tráfego de 2005 das Estradas de Portugal.

Estrada	Troço	DIURNO (16 horas) - TMDA			NOCTURNO (8 horas) - TMDA		
		Ligeiros	Pesados	Vel.Med. (km/)	Ligeiros	Pesados	Vel.Med. (km/)
I.P.02 / E.N. 218-3 (Posto 138-A)	66, 69, 70	954	70	-	130	6	-
I.P.02 / E.N. 103-7 (Posto 138)	52	421	59	-	58	7	-
E.N. 103 (Posto 142-U)	13, 15, 17, 19, 23	1.547	135	-	212	14	-
I.P.04 (Posto 143-A)	60	2.908	402	-	403	53	-
E.N. 218 (Posto 146-U)	128	988	128	-	137	14	-

Uma vez que os dados fornecidos pelas Estradas de Portugal (EP) não são apresentados em função dos períodos diurno, entardecer e nocturno definidos no RGR, a distribuição de tráfego por período de referência e percentagem de pesados assumidos teve como base contagens com classificação de veículos para posterior tratamento e distribuição por período de referência.

Relativamente às cotas do eixo de via, estas foram obtidas por modelação com o software CadnaA. Este software gera um modelo digital do terreno (MDT) a partir das curvas de nível ou pontos cotados, colocando em seguida os diferentes objectos necessários à modelação sobre o MDT.

4.3.2 Tráfego Ferroviário

O Município de Bragança não tem tráfego ferroviário.

4.3.3 Zonas Industriais

Para determinar a potência sonora das diferentes indústrias foram efectuadas medições acústicas no perímetro envolvente de cada uma das unidades em estudo. As medições foram efectuadas, sempre que possível, junto às unidades industriais com tempos de amostragem médios de cerca de trinta minutos cada, ou até estabilização do sinal. A partir dos resultados das medições acústicas, determinou-se então a potência sonora associada a cada uma dessas unidades, necessária para o cálculo dos níveis de ruído na área envolvente de cada indústria.

Para cada unidade industrial houve, além disso, uma identificação cuidadosa do tipo de fonte emissora de ruído (linear, pontual ou em área) e a cota à qual a fonte se posiciona, períodos de laboração, tipos de rotatividade do funcionamento de equipamentos, entre outros. A potência sonora calculada para cada unidade industrial, assim como o respectivo horário de laboração, são apresentados no quadro em anexo.

No que respeita às fontes industriais, as previsões de ruído nas imediações das indústrias são ajustadas aos níveis sonoros medidos nesses locais, por regulação das potências sonoras existentes nas indústrias e modelação da dispersão das emissões sonoras nas áreas envolventes à zona industrial. Os níveis sonoros gerados pelas indústrias nas zonas circundantes a estas, são então somados logaritmicamente aos mapas de ruído gerados a partir da Norma NMPB.96 para as rodovias.

Os locais “e” e “f” encontram-se na zona industrial, localizada no limite Sul do aglomerado urbano. De referir que estes pontos de medição foram efectuados dentro do perímetro da zona industrial onde se encontravam fábricas em laboração.

O local “g” está localizado em frente da zona industrial. Embora se localize fora desta zona, sofre influência directa e indirecta, através do ruído da indústria e do tráfego que para lá se desloca. Também é influenciado pela estrada principal que tem bastante tráfego, pois é a entrada principal da cidade a partir do IP4 e da EN15.

Em anexo são apresentadas as medições de som efectuadas junto à Zona Industrial (pontos “e”, “f”, e “g”).

4.3.4 Tráfego Aéreo

No que respeita ao tráfego aéreo, aterram e descolam aeronaves duas vezes por dia. Sendo o nível sonoro medido (ponto B) durante a operação de descolagem do avião – operação mais ruidosa – de 63,1 dB(A), enquadra-se com o critério de exposição máxima para Zona Mista, para o indicador diurno-entardecer-nocturno (L_{den}). Estes níveis sonoros apenas ocorrem durante os períodos de descolagem/aterragem de aeronaves, sendo estes valores registados nas imediações do Aeródromo. Com a distância ao aeródromo estes níveis sonoros esbatem-se assumindo ainda uma menor importância na definição do nível sonoro ambiente.

Para um cenário de um tempo de ocorrência de ruído efectivo de 37,5 minutos para as descolagens/aterragens, sendo o período diurno de 13 horas obtêm-se um tempo de ocorrência de 12 horas e 22,5 minutos para o ruído residual. O ruído residual medido, na proximidade do Aeródromo é de 46,1 dB(A). Para os locais onde se efectuaram as medições, junto do aeródromo e ainda distante de receptores sensíveis, os valores do indicador L_{den} situam-se abaixo do limite estabelecido de 55dB (A), para zona sensível. Apesar do local da análise efectuada estar nas imediações do aeródromo, o nível sonoro continua a ser enquadrável com o critério de exposição máxima para zona sensível para o período diurno.

4.4 VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

A validação do modelo acústico e das respectivas fontes foi efectuada com base na comparação entre os valores de L_{Aeq} medidos *in situ* com os valores calculados pelo modelo para os mesmos pontos.

Os locais de medição foram previamente definidos, de acordo com os seguintes critérios: influência predominante de uma só fonte de ruído, proximidade de receptores sensíveis e ausência de obstáculos entre a fonte e o receptor.

Os períodos de amostragem tiveram em conta as características das fontes em estudo, a saber rodovias e indústrias.

No presente capítulo são descritos os procedimentos nas medições de ruído, nas validações dos mapas e adaptação dos mapas de ruído à nova legislação.

4.4.1 Medições Acústicas

Como referido anteriormente para efectuar a validação dos resultados foram efectuadas medições acústicas junto às principais rodovias que atravessam o Concelho, e em locais que descrevem genericamente o ambiente sonoro, considerando as diferentes fontes de ruído.

Durante as medições acústicas junto às rodovias foram sempre efectuadas contagens de tráfego com discriminação de veículos ligeiros e pesados, assim como da velocidade média de circulação, para as rodovias envolventes. A localização dos locais considerados é apresentada em anexo.

No que se refere às zonas industriais, foram efectuadas as já referidas medições para calibração que tiveram como principal objectivo a determinação da potência sonora de cada uma das unidades industriais consideradas no mapa de ruído do Município. Após a calibração das potências sonoras foram efectuadas medições de som em locais envolventes às zonas industriais, com o objectivo de se validar os resultados. Os locais e suas fotografias são apresentados em anexo.

4.4.1.1 Métodos e Equipamentos de Recolha de Dados

As medições de ruído ambiente foram feitas de acordo com o descrito na Norma NP-1730 de 1996 – "Descrição e medição do ruído ambiente". Para cada medição foi registado o parâmetro LAeq, de acordo com o estipulado no Regime Legal sobre a Poluição Sonora, Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro (anterior Regulamento Geral de Ruído).

Nas medições foi utilizado um sonómetro integrador de classe de precisão 1 Marca Rion, modelo NA-27. Foi utilizado um tripé para garantir a estabilidade da medição isolando o mais possível de vibrações que pudessem contaminar os valores medidos. O microfone foi protegido com um protector de vento de forma a minimizar o efeito do ruído aerodinâmico do vento.

A malha de ponderação em frequência "A" foi utilizada tal como descrito na referida Norma sendo esta a ponderação que melhor reflecte o comportamento do ouvido humano.

Previamente ao início das medições, foi verificado o bom funcionamento do sonómetro, bem como os respectivos parâmetros de configuração.

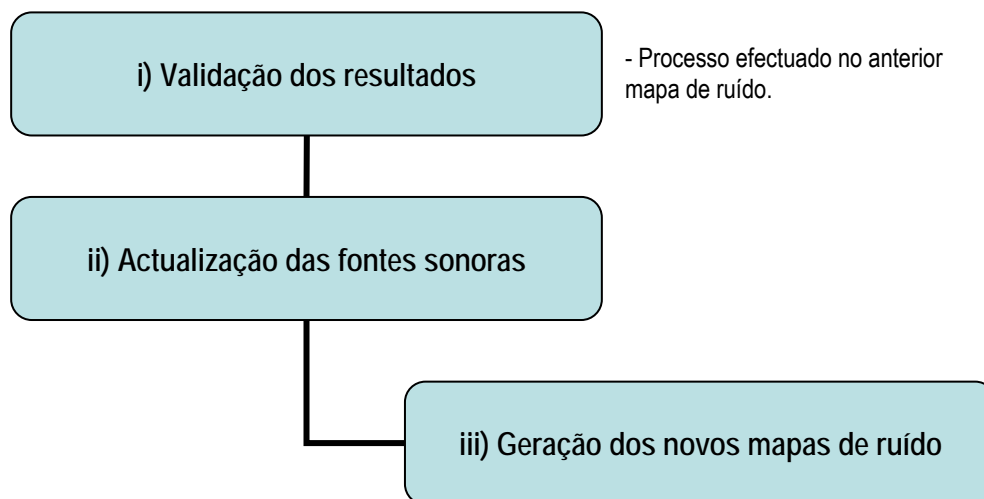
No início e no final da série de medições foi verificada a calibração do sonómetro, efectuando, se justificável, um ajuste de sensibilidade por meio do potenciómetro de ajuste. O valor obtido no final do conjunto de medições não pode diferir do inicial mais do que 0,5 dB(A). Quando esta diferença é excedida, o conjunto de medições não é considerado válido.

Todas as medições foram realizadas com o sonómetro montado num tripé, com o microfone a uma altura aproximada de 1,50 m e a mais de 3,00 m de qualquer obstáculo.

As medições foram efectuadas utilizando a tecla "Pause" para interromper a medição no caso de ocorrência de ruídos considerados espúrios e com potencial efeito nefasto sobre o rigor dos ensaios.

4.5.2. Validação

O processo de validação dos mapas de ruído é resumido no diagrama a seguir apresentado. No processo apresentado optou-se por incluir a adaptação dos mapas à nova legislação.



4.5.2.1. Resultados

Em anexo apresentam-se os valores de LAeq registados nos diferentes locais de validação nos períodos diurno e nocturno. É de realçar que os dados apresentados são referentes ao trabalho de campo efectuado para os mapas de ruído efectuados para o anterior Regulamento Geral de Ruído (Dec.-Lei 292/2000). Apenas são apresentados os dados que serviram de base à validação do modelo.

São apresentados os valores medidos e os valores simulados, para os pontos junto às rodovias e às indústrias consideradas.

4.5.2.2. Validação

A validação dos resultados foi efectuada com base na comparação entre os valores de L_{Aeq} (média energética das medições efectuadas para cada local) medidos *in situ* com os valores calculados pelo modelo para os mesmos locais.

Os períodos de amostragem tiveram em conta as características das fontes em estudo.

Os valores obtidos pelo modelo nos pontos de validação de ruído são apresentados em anexo.

A análise dos quadros permite concluir que a diferença média entre os valores calculados e os valores medidos é ≤ 2 dB(A), no que se refere aos pontos de avaliação das rodovias nos dois períodos de referência. No que se refere às indústrias os resultados são semelhantes.

Tendo em conta o valor do diferencial, considera-se o modelo apresentado para a elaboração do mapa de ruído como validado.

4.5.2.3. Actualização das fontes sonoras e cartografia

A primeira fase foi a de adaptar as fontes sonoras de acordo com o documento da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) “Directrizes para elaboração de mapas de ruído” de Março de 2007, conforme descrito no capítulo 3.3.1. do presente relatório. As estradas para as quais o Instituto Estradas de Portugal tinha contagens de tráfego mais recentes que as usadas nos anteriores mapas de ruído foram actualizadas.

4.5.2.4. Geração dos novos mapas de ruído.

Após todas as tarefas atrás descritas estarem efectuadas, tem lugar a simulação dos novos mapas de ruído à luz do novo Regulamento Geral de Ruído (Dec.-Lei 9/2007). Os mapas são calculados para os indicadores L_{den} e L_{en} , a uma altura de avaliação de 4 metros.

4.5 RESULTADOS

O cálculo dos mapas de ruído foi realizado a partir da criação de uma malha equidistante de pontos de cálculo. Para cada um dos pontos da malha o modelo calcula os níveis de ruído adicionando as contribuições de todas as fontes de ruído, tendo também em consideração os trajectos de propagação e as atenuações, de acordo com o estipulado com os métodos referidos no Capítulo 3.2.

O resultado do cálculo, isto é, o Mapa de Ruído do Município de Bragança, pode ser visualizado nos Anexos, para os dois indicadores em análise L_{den} e L_n .

4.5.1 Análise de resultados

Os resultados estão apresentados em anexo e consistem nos mapas de ruído a 4 metros de altura, apresentados sob a forma de isófonas, linhas ao longo das quais se verifica sempre o mesmo nível de ruído, correspondentes aos indicadores diurno-entardecer-nocturno e nocturno. Todos os dados encontram-se georeferenciados e podem ser visualizados conjuntamente com as plantas fornecidas pelo contratante no início do estudo.

As vias principais do Concelho de Bragança são o IP4, EN103, EN15 e a EN317, cujos valores de Tráfego Médio Horário Calculado são elevados, verificando-se assim, nestes eixos rodoviários os valores de ruído mais elevados.

Existem, contudo, outros factores de incomodidade sonora, com algum significado, descritos abaixo por ordem decrescente de importância (critério baseado na estimativa do nº de pessoas afectadas por Km^2):

- ruído gerado pelas estradas secundárias mais movimentadas;
- ruído gerado pelas indústrias.

Na proximidade das indústrias, localizadas no limite do aglomerado urbano (limite Sul de Bragança), verifica-se no período diurno, o contributo da sua laboração nos níveis sonoros registados na envolvente, embora pouco significativo. Nestes locais verificaram-se níveis de ruído entre os 40 dB(A) e os 55 dB(A). Refira-se que estes valores se enquadram nos limites definidos para zona sensível (inferior a 55 dB(A) para o L_{den}) e zona mista (inferior a 65 dB(A) para o L_{den}), para o indicador diurno-entardecer-nocturno. Para o indicador nocturno, a zona industrial embora possa ter alguma influência nos níveis sonoros registados junto de habitações, verificaram-se níveis de ruído entre os 35 dB(A) e os 45 dB(A). Estes valores enquadram-se nos limites definidos para zona sensível (inferior a 45 dB(A) para o L_n) e zona mista (inferior a 55 dB(A) para o L_n), para o período nocturno.

A comparação dos níveis sonoros registados com a definição de Zona Mista e Zona Sensível, permite o enquadramento destes face a cenários de zonamento a aplicar. Conforme já referido anteriormente, de acordo com o Decreto-Lei nº9/2007, a definição de Zonas Mistadas e Zonas Sensíveis é da responsabilidade das autarquias, e depende do tipo de ocupação do solo e não dos níveis de ruído a que essas áreas estão expostas.

Nas zonas afastadas das fontes de ruído referidas anteriormente, o ambiente sonoro é de um modo geral calmo, verificando-se níveis de ruído enquadráveis com os limites definidos para zona sensível, em ambos os períodos de referência.

Caso no futuro se verifique uma degradação do ambiente sonoro do Concelho, provocada pelo aumento de tráfego rodoviário, dever-se-ão acautelar medidas preventivas. As mais indicadas passam pelo controlo de tráfego e redução de viaturas pesadas (caso seja possível ter circuitos alternativos).

Para as vias de tráfego, onde é possível circular a velocidade relativamente elevada, o controlo da velocidade deverá ser uma medida de prevenção a considerar, por forma a reduzir os valores de ruído na envolvente e, consequentemente diminuir os níveis de incomodidade devido ao tráfego rodoviário.

4.5.2 Planos Municipais de Redução de Ruído

As políticas de ruído a implementar no Município deverão ser discutidas em sede dos Planos Municipais de Redução de Ruído. O Regulamento Geral de Ruído (Dec.Lei 9/2007 de 17 de Janeiro) refere a este respeito:

CAPÍTULO II - Planeamento municipal

Artigo 8.º - Planos municipais de redução de ruído

1. As zonas sensíveis ou mistas com ocupação expostas a ruído ambiente exterior que exceda os valores limite fixados no artigo 11.º devem ser objecto de planos municipais de redução de ruído, cuja elaboração é da responsabilidade das câmaras municipais.
2. Os planos municipais de redução de ruído devem ser executados num prazo máximo de dois anos contados a partir da data de entrada em vigor do presente Regulamento, podendo contemplar o faseamento de medidas, considerando prioritárias as referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a ruído ambiente exterior que exceda em mais de 5 dB(A) os valores limite fixados no artigo 11.º .
3. Os planos municipais de redução do ruído vinculam as entidades públicas e os particulares, sendo aprovados pela assembleia municipal, sob proposta da câmara municipal.
4. A gestão dos problemas e efeitos do ruído, incluindo a redução de ruído, em Municípios que constituam aglomerações com uma população residente superior a 100 000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km² é assegurada através de planos de acção, nos termos do Decreto-Lei n.º146/2006, de 31 de Julho.
5. Na elaboração dos planos municipais de redução de ruído, são consultadas as entidades públicas e privadas que possam vir a ser indicadas como responsáveis pela execução dos planos municipais de redução de ruído.

Artigo 9.º - Conteúdo dos planos municipais de redução de ruído

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

- a) Identificação das áreas onde é necessário reduzir o ruído ambiente exterior;
- b) Quantificação, para as zonas referidas no n.º1 do artigo anterior, da redução global de ruído ambiente exterior relativa aos indicadores L_{den} e L_n ;
- c) Quantificação, para cada fonte de ruído, da redução necessária relativa aos indicadores L_{den} e L_n e identificação das entidades responsáveis pela execução de medidas de redução de ruído;
- d) Indicação das medidas de redução de ruído e respectiva eficácia quando a entidade responsável pela sua execução é o Município.

BIBLIOGRAFIA

- “Directrizes para elaboração de mapas de ruído” – Instituto do Ambiente – Março de 2007
- “Ruído Ambiente em Portugal” - Direcção Geral do Ambiente
- “Projecto-Piloto de demonstração de mapas de ruído- escalas municipal e urbana” -Maio 2004
- "Engineering Noise Control", David A.Bies; Colin H. Hansen
- "Environmental Acoustics", Leslie L.Doelle, McGraw-Hill
- Norma Portuguesa NP 1730, “Acústica - Descrição E Medição Do Ruído Ambiente”, Instituto Português da Qualidade, 1996
- Regime Legal sobre a poluição sonora
 - Decreto-Lei n.º 9/2007, de 14 de Novembro
 - Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro
 - Decreto-Lei n.º 259/2002, de 23 de Novembro
- “Procedimentos Específicos de Medição do Ruído Ambiente”, Instituto do Ambiente, Abril 2003
- "Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prevision des Niveaux sonores", MINISTERE DES TRANSPORTS, Direction Générale des Transports Intérieurs, CETUR
- “Notas para Avaliação de Ruído em AIA e em Licenciamento” - Direcção Geral do Ambiente
- “Recomendações para a selecção de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros” - Direcção Geral do Ambiente
- “Directrizes para a Elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias” – Instituto do Ambiente
- “Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure” - European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise
- “Recomendação da Comissão, de 6 de Agosto de 2003, relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem com dados de emissões relacionados” – (2003/613/CE).



ANEXOS



ANEXO I - FOTOS DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO

Figura 1: Localização do ponto de medição A



Figura 2: Localização do ponto de medição B



Figura 3: Localização do ponto de medição C



Figura 4: Localização do ponto de medição D

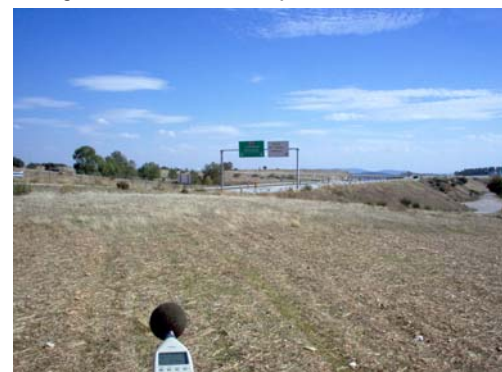


Figura 5: Localização do ponto de medição E



Figura 6: Localização do ponto de medição F

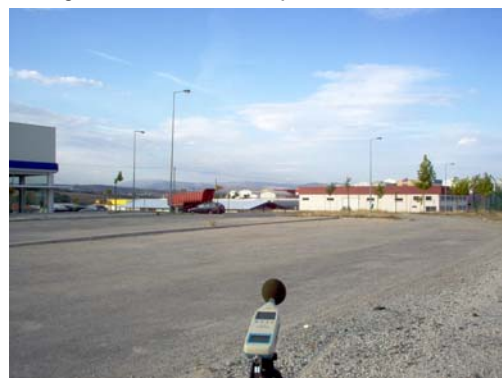


Figura 7: Localização do ponto de medição G



Figura 8: Localização do ponto de medição H



Figura 9: Localização do ponto de medição I



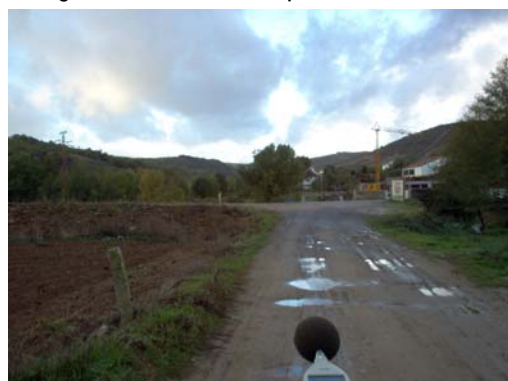
Figura 10: Localização do ponto de medição J



Figura 11: Localização do ponto de medição L



Figura 12: Localização do ponto de medição M



ANEXO II - REGISTO DAS MEDIÇÕES EFECTUADAS
MEDIÇÕES – PERÍODO DIURNO

Local	Hora	Min	Distância à Estrada	Leq [db(a)]	Lmáx [db(a)]	Lmin [db(a)]	Limp [db(a)]	Mem	Descrição do Local	Observações [por ordem decrescente]
Ponto A	14h40m	15m	100m	42,3	65,5	25,7	47,0	28	Kartódromo	Passagem de 1 Aerocondor [14h50m]. Cães a ladrarem.
Ponto B	15h40m	15m	15m	46,1	59,7	28,7	49,2	29	Aeródromo	Sino a tocar [15h50m]. Máquinas em movimento. Cães a ladrarem. Vento.
	07h55m	10m	100m	63,1	76,2	30,0	–	–	Aeródromo	Descolagem do Aerocondor.
Ponto C	13h00m	15m	10m	47,9	72,7	23,6	50,4	30		Plano inclinado (veículos a subir) Passagem de 1 avião.
Ponto D	13h55m	15m	100m	46,3	62,9	23,6	50,3	31	Junto à IP4	Sino a tocar [15h50m]. Cães a ladrarem
Ponto G	18h20m	15m	100M – Estrada 200M–P. Industrial	50,1	69,9	43,3	55,8	34	Zona urbana (encosta)	Influência da estrada 146 e da zona industrial
Ponto H	16h25m	15m	20m	56,2	73,4	34,0	60,3	35	Junto à EN317	Vento forte. Início de uma tempestade. Plano inclinado
Ponto I	12h10m	15m	20m	55,5	75,6	35,2	57,8	55	Junto à EN103	Vento.
Ponto J	15h40m	15m	10m	57,5	77,5	31,3	59,7	56	Junto à EN15	Vento.
Ponto L	16h30m	15m	10m	60,4	75,7	39,0	62,6	57	Junto à IP4	Piso molhado
Ponto M	08h25m	15m	10m	50,0	63,0	47,5	55,3	69	Zona ribeirinha	Sinos a tocarem. Obras junto ao ribeiro. Cães a ladrarem.

MEDIÇÕES – PERÍODO DIURNO – PARQUE INDUSTRIAL

Local	Hora	Min	Distância à Estrada	Leq [db(a)]	Lmáx [db(a)]	Lmin [db(a)]	Limp [db(a)]	Mem	Descrição do Local	Observações [por ordem decrescente]
Ponto E	17h15M	15m	-	56,4	78,4	39,6	58,9	32	Zona industrial	Industria em laboração.
Ponto F	17h50m	15m	-	40,3	55,2	34,0	43,6	33	Zona industrial	

MEDIÇÕES – PERÍODO NOCTURNO

Local	Hora	Min	Distância à Estrada	Leq [db(a)]	Lmáx [db(a)]	Lmin [db(a)]	Limp [db(a)]	Mem	Descrição do Local	Observações
Ponto A	04h10m	15m	100m	35,4	62,1	28,1	43,8	68	Kartódromo	Cães a ladrarem.
Ponto B	03h50m	15m	15m	41,6	66,8	22,8	56,7	68	Aeródromo	Cães a ladrarem.
Ponto C	02h35m	10m	100m	32,2	52,9	22,4	57,5	65		Vento Influência da IP4
Ponto D	02h55m	10m	10m	40,5	61,5	21,2	48,6	66	Junto à IP4	Sinos a tocarem
Ponto G	00h40m	10m	100m	44,4	59,2	34,8	46,8	63	Zona urbana (encosta)	Vento Carro a buzinar Cães a ladrarem
Ponto H	23h10m	10m	100M – Estrada 200M–P. Industrial	53,7	75,5	27,4	58,4	59	Junto à EN317	Vento forte. Início de uma tempestade. Plano inclinado e piso molhado
Ponto I	01h50m	10m	20m	40,0	47,4	25,2	49,4	65	Junto à EN103	
Ponto J	01h20m	10m	20m	40,4	59,9	33,4	46,0	64	Junto à EN15	Vento
Ponto L	22h25m	10m	10m	52,9	68,4	28,6	54,7	58	Junto à IP4	Piso molhado
Ponto M	03h30m	10m	10m	49,7	61,1	48,4	50,8	67	Zona ribeirinha	Influência da ribeira.

MEDIÇÕES – PERÍODO NOCTURNO – PARQUE INDUSTRIAL

Local	Hora	Min	Distância à Estrada	Leq [db(a)]	Lmáx [db(a)]	Lmin [db(a)]	Limp [db(a)]	Mem	Descrição do Local	Observações
Ponto E	00h25M	10m	-	52,9	69,0	45,3	58,0	62	Zona industrial	Vento muito forte. Industria em laboração Cães a ladrarem
Ponto F	00h10m	10m	-	38,8	59,3	31,4	45,3	61	Zona industrial	Vento

ANEXO III - TABELA DE VALIDAÇÃO DO MODELO
PERÍODO DIURNO (7H-22H):

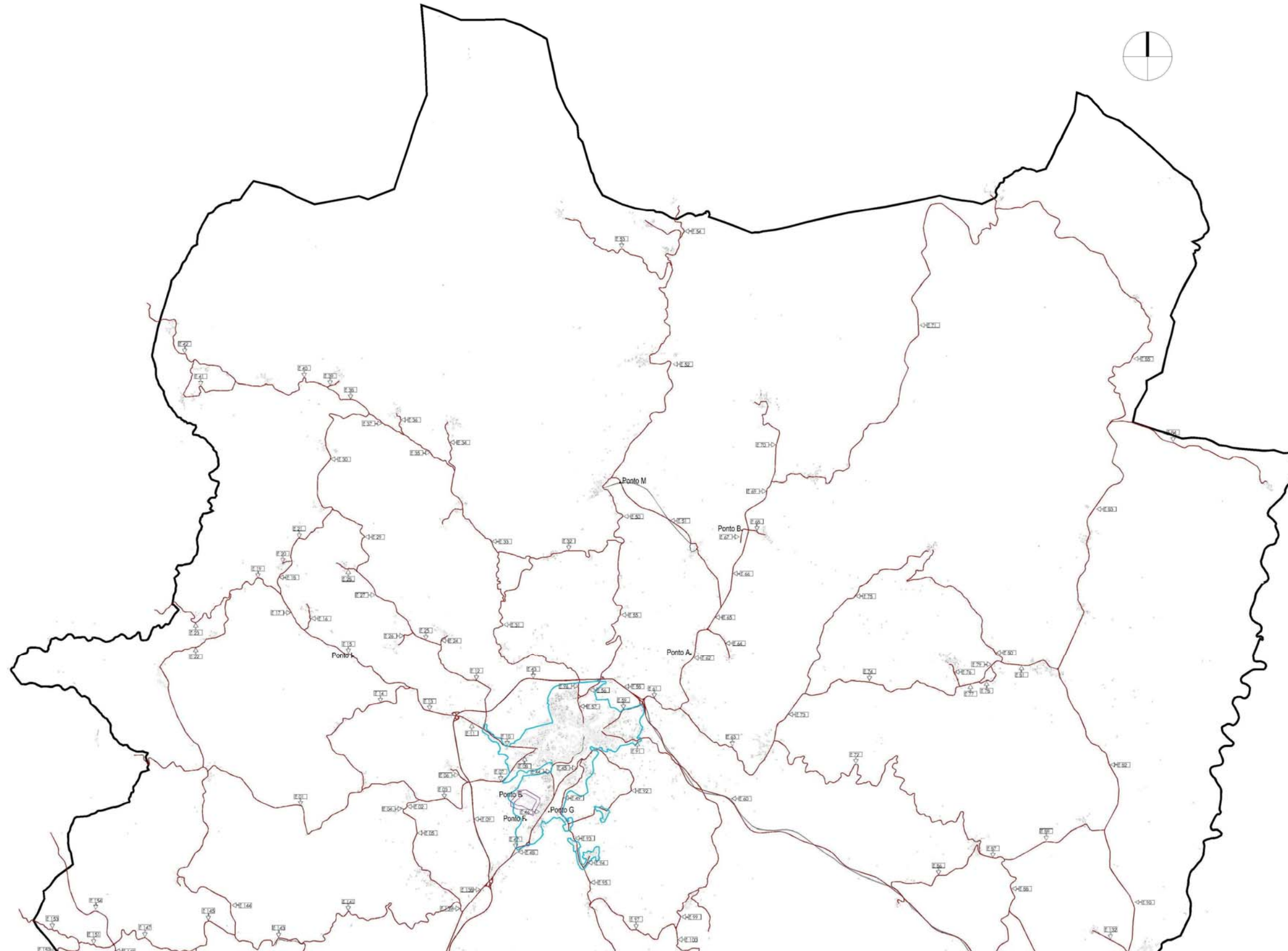
Ponto de Medida	LAeq (dB[A]) medido	LAeq (dB[A]) simulado
P a	42,3	42,7
P b	34,7	45,0
	63,1	
P c	47,9	46,2
P d	41,3	48,5
P e	56,4	56,0
P f	40,3	39,9
P g	46,9	52,5
P h	53,7	57,8
P i	55,5	55,0
P j	57,5	57,0
P l	60,4	62,5
P m	50,0	52,5

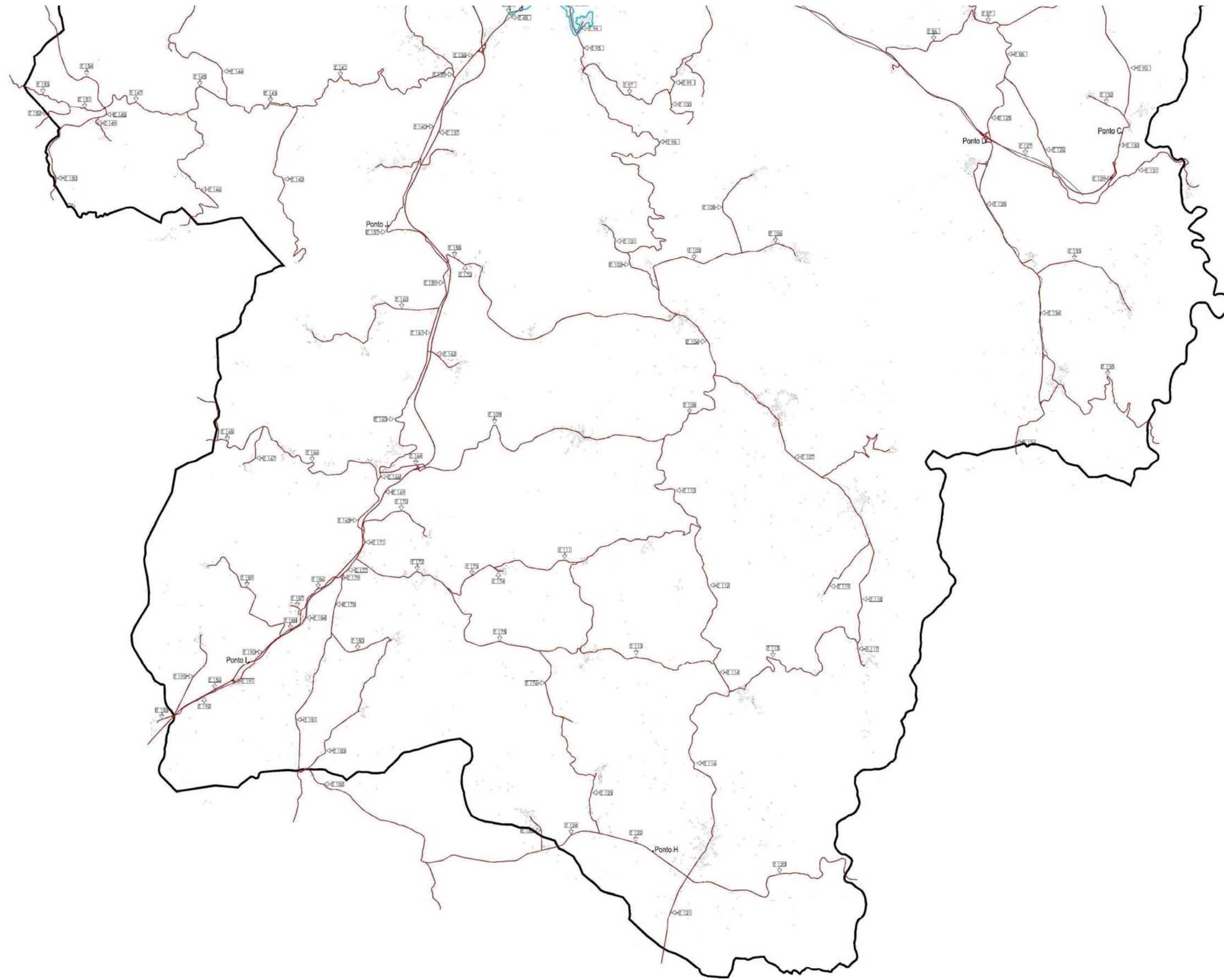
PERÍODO NOCTURNO (22H-7H):

Ponto de Medida	LAeq (dB[A]) medido	LAeq (dB[A]) simulado
P a	35,4	36,0
P b	41,6	39,3
P c	32,2	32,7
P d	43,3	41,8
P e	52,9	52,5
P f	38,8	38,4
P g	44,4	43,8
P h	56,2	55,2
P i	33,0	42,5
P j	40,4	40,1
P l	52,9	50,5
P m	49,7	46,9



ANEXO IV - IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES SONORAS MODELADAS E PONTOS DE VALIDAÇÃO





ANEXO V - MAPAS DE RUÍDO PARA A SITUAÇÃO EXISTENTE - INDICADOR LDEN



ANEXO V - MAPAS DE RUÍDO PARA A SITUAÇÃO EXISTENTE - INDICADOR LN