



**ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO AO NOVO
REGULAMENTO GERAL DE RUÍDO
(DEC.-LEI 9/2007)**



CONCELHO PENALVA DO CASTELO

JULHO DE 2008



**MAPA DE RUÍDO DO
CONCELHO DE PENALVA DO CASTELO**

RELATÓRIO

ANEXOS

JULHO DE 2008

REALIZADO POR:

(João PEDRO SILVA - ENG.ºMC)

(José SILVA - ENG.ºQUÍMICO)

(VASCO GAMA - ENG.º TC. CIVIL)



ÍNDICE

| | |
|---|-----------|
| 1. INTRODUÇÃO | 4 |
| 2. ENQUADRAMENTO LEGAL | 5 |
| 2.1 CONTEXTO LEGISLATIVO | 5 |
| 2.2. DEFINIÇÕES | 7 |
| 3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO | 10 |
| 3.1 METODOLOGIA | 10 |
| 3.2 NORMAS E PARÂMETROS DE CÁLCULO | 11 |
| 3.2.1 TRÁFEGO RODOVIÁRIO | 11 |
| 3.2.2 FONTES INDUSTRIAIS | 11 |
| 3.2.3 PARÂMETROS DE CÁLCULO | 11 |
| 3.3 ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO EXISTENTES AOS NOVOS INDICADORES LDEN E LN | 12 |
| 3.3.1 PROCEDIMENTOS PARA ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO | 13 |
| 3.3.2 PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS | 14 |
| 4. MAPA DE RUÍDO PARA O MUNICÍPIO DE PENALVA DO CASTELO | 15 |
| 4.1 IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL EM ESTUDO | 15 |
| 4.2 MODELO DIGITAL DO TERRENO | 16 |
| 4.3 EDIFÍCIOS E BARREIRAS ACÚSTICAS | 17 |
| 4.4 FONTES DE RUÍDO | 18 |
| 4.4.1 TRÁFEGO RODOVIÁRIO | 18 |
| 4.4.2 ZONAS INDUSTRIAIS | 20 |
| 4.5 VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO | 21 |
| 4.5.1 MEDIÇÕES ACÚSTICAS | 21 |
| 4.5.1.1 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE RECOLHA DE DADOS | 22 |
| 4.5.2. VALIDAÇÃO | 22 |
| 4.5.2.1. RESULTADOS | 23 |
| 4.5.2.2. VALIDAÇÃO | 24 |
| 4.5.2.3. ACTUALIZAÇÃO DAS FONTES SONORAS E CARTOGRAFIA | 26 |
| 4.5.2.4. GERAÇÃO DOS NOVOS MAPAS DE RUÍDO. | 26 |
| 4.6 RESULTADOS | 26 |
| 4.6.1 ANÁLISE DE RESULTADOS | 26 |

ANEXOS



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 Penalva do Castelo 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 Penalva do Castelo 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 Penalva do Castelo, 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 (R.G.R. – Dec.-Lei 292/2000). É objectivo ir de encontro ao novo R.G.R. (Dec.Lei – 9/2007), 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” do Instituto do Ambiente de Março de 2007.

IDENTIFICAÇÃO

| | | |
|---|---|------------------------|
| Requerente | Câmara Municipal de Penalva do Castelo | |
| Local | Todos os ensaios foram realizados dentro da área de estudo. | |
| Levantamentos das fontes sonoras cartografadas | Datas | 8-11-2004 a 12-11-2004 |
| | 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 (R.G.R.) – Dec. Lei. N°9/2007 de 17 de Janeiro de 2007 vem substituir o Decreto-Lei n° 292/2000.

Das alterações introduzidas com o novo R.G.R. 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 Lden e Ln 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 R.G.R. 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 R.G.R. define ainda (Artigo 5.º - **Informação e apoio técnico**) que incumbe ao Instituto do Ambiente (I.A.) 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 I.A. 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 dos Mapas de Ruído do Município.

O R.G.R. 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 2.1.

| Zona | Indicador Diurno-Entardecer-Nocturno | 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) |

Quadro 2.1.

* - 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:

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

- 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 afecta 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:

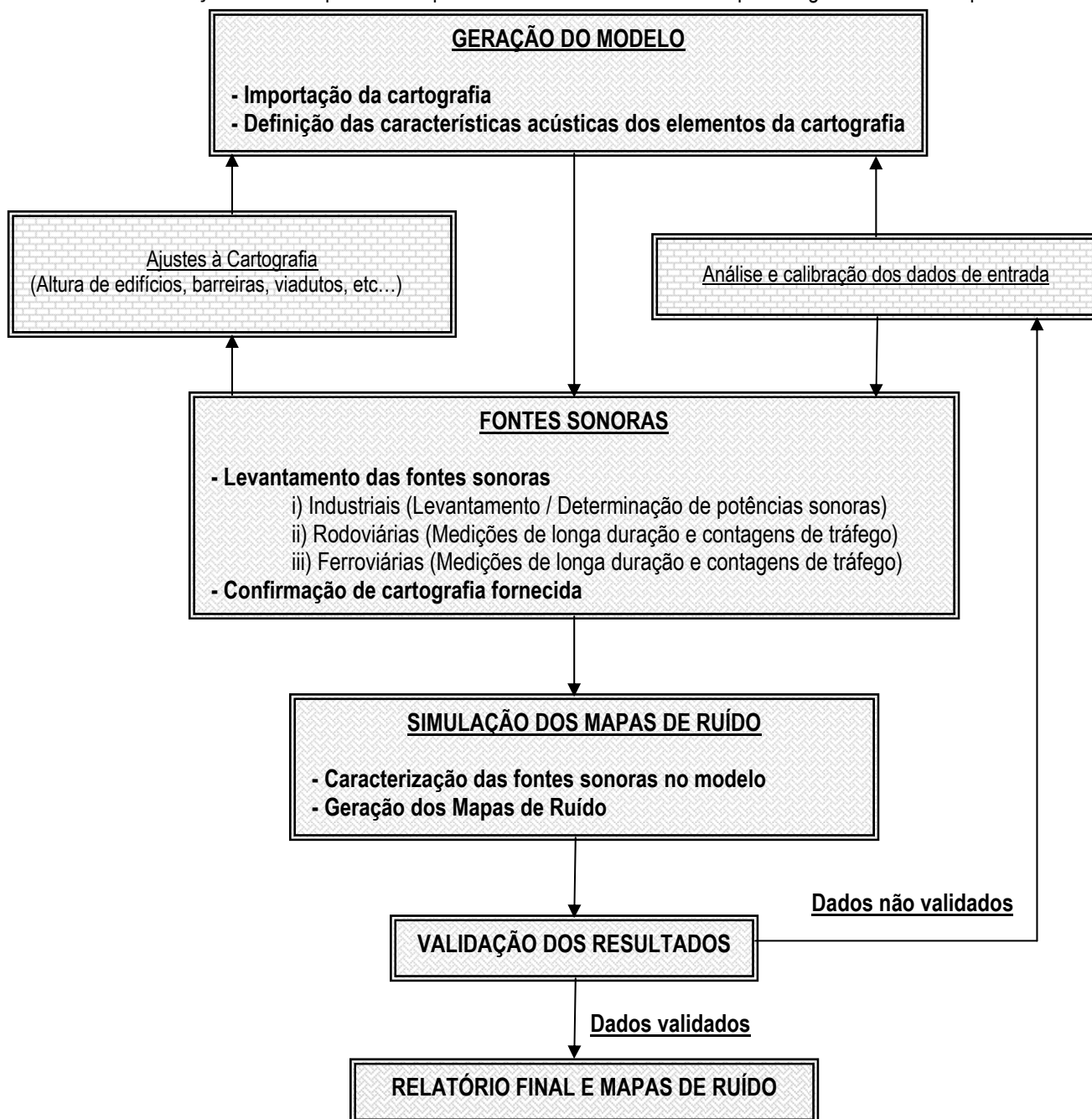


Figura 3.1. – Diagrama resumo da metodologia adoptada.



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 Fontes industriais

No que se refere às indústrias, a determinação da potência sonora baseou-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 impõem 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.

3.2.3 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 Penalva do Castelo, são de seguida descritos.



Quadro 3.1. – Parâmetros de cálculo

| Parâmetros | Dados de cálculo |
|---|--|
| Escala dos Mapas | 1 / 10 000 |
| Malha de cálculo | Malha rectangular de 10 x 10 metros |
| Equidistância das Curvas de Nível | 5 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 no concelho. |
| Absorção dos elementos (Coeficiente de absorção sonora) | Ver Quadro 3.2 |
| 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. |

Quadro 3.2. – Coeficiente 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 Penalva do Castelo. O processo é definido pelo Instituto 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 Ln seja idêntico ao mapa relativo a LAeq (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 Lden, 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, L_{den} ou L_n ;
- legenda para a relação cores/padrões-classes de níveis sonoros (Tabela 1).

A tabela em baixo apresentada, define a representação gráfica à qual devem obedecer os mapas de ruído.








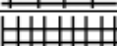












| Classes do Indicador | Cor | | RGB | Padrão de sombreado | | Dim/Esp |
|------------------------|--------------|---|------------|-----------------------------------|---|---------|
| $L_{den} \leq 55$ | ocre |  | 255,217,0 | linhas verticais, média densidade |  | 0,5 / 4 |
| $55 < L_{den} \leq 60$ | 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 |

Tabela 1

O relatório técnico e o resumo não técnico serão também adaptados para o novo Regulamento Geral de Ruído.

4. MAPA DE RUÍDO PARA O MUNICÍPIO DE PENALVA DO CASTELO

4.1 IDENTIFICAÇÃO DO LOCAL EM ESTUDO

Penalva do Castelo situa-se no Norte de Portugal, no Sul do Nordeste Transmontano, perto da fronteira com Espanha, na confluência dos rios Sabor e Douro. Com 53.277 hectares de superfície repartidos por 17 freguesias e 11.232 habitantes, Penalva do Castelo é o concelho mais comercial e "urbano" do Douro Superior e também o que apresenta o maior número de serviços públicos.

As freguesias que constituem o Município são apresentadas na Fig. 4.1.

Fig. 4.1.1. - Concelho de Penalva do Castelo



4.2 MODELO DIGITAL DO TERRENO

O cálculo de um mapa de ruído implica a construção de um modelo digital do terreno (MDT) sobre o qual assentarão 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. No que se refere a Penalva do Castelo o MDT foi construído a partir das curvas de nível, informação fornecida pelo Município. As curvas apresentam uma equidistância de cinco metros. A informação relativa à topografia do Concelho de Penalva do Castelo é apresentada na Figura 4.2.1

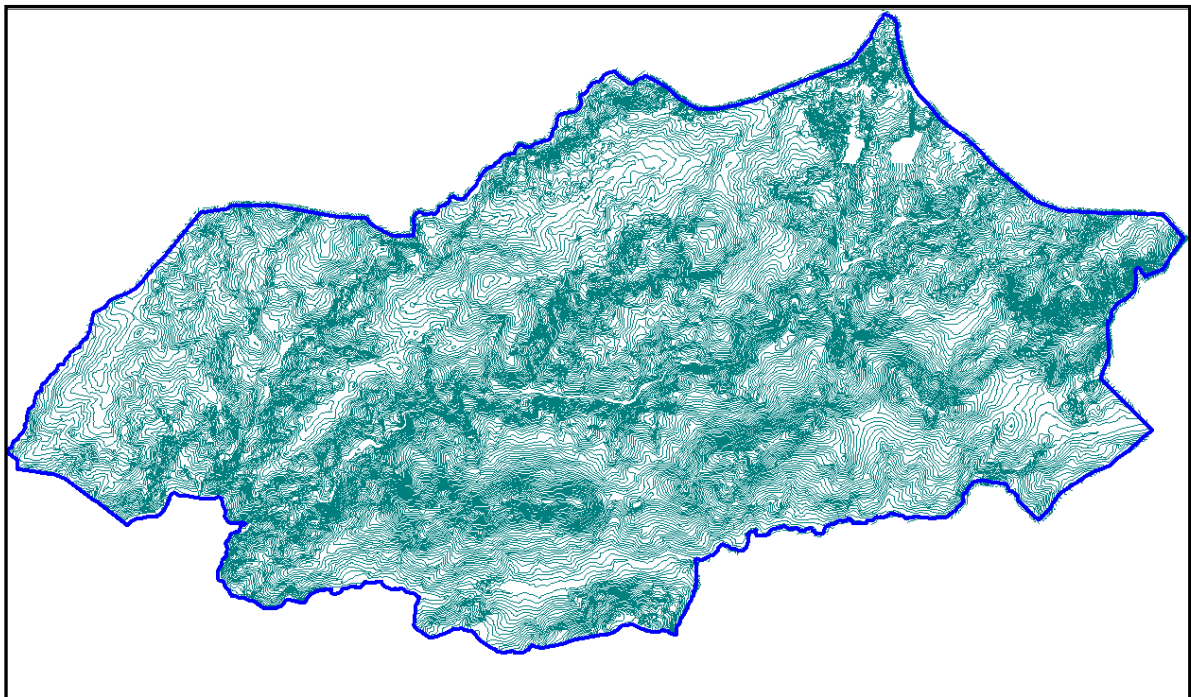


Fig. 4.2.1. – Altimetria do concelho de Penalva do Castelo

4.3 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. Dado que não havia informação sobre a altura dos diferentes edifícios do concelho considerou-se uma altura média de 6m para o conjunto de edifícios do concelho. 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 a vila de Penalva do Castelo.

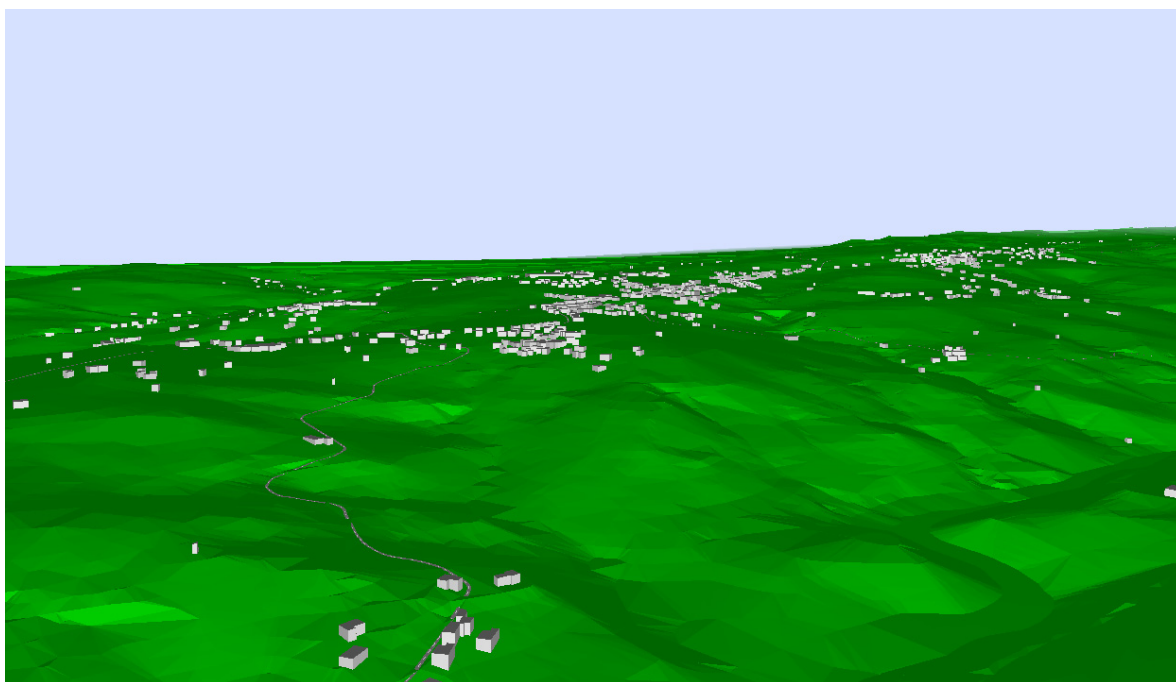


Fig. 4.3.1. – Vista geral da Vila de Penalva do Castelo

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.



4.4 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 concelho (embora fora dele), influenciando ainda o ambiente sonoro dentro do Município.

4.4.1 Tráfego Rodoviário

O tráfego rodoviário constitui a principal fonte de ruído identificada na área do Município de Penalva do Castelo. 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 EN329-1 e a EN570.

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.

Na elaboração dos presentes mapas de ruído à escala municipal, foi objectivo da Sonometria caracterizar as rodovias que apresentam níveis de tráfego mais elevado e todas aquelas que desempenham um papel estruturante ao nível do concelho.

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

Nas vias sem cobertura do E.P., recorreu-se a contagens de tráfego in situ. Para cada estrada foram efectuadas 8 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 60 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 dos resultados as contagens de tráfego foram acompanhadas de medições acústicas.

Os valores de tráfego considerados em cada um dos troços, assim como a velocidade considerada para os veículos ligeiros nos dois períodos de referência, são apresentados no Quadro 4.2. Relativamente aos veículos pesados considerou-se que a sua velocidade é inferior em 10 km à dos ligeiros.

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

Quadro 4.1. – Tráfego Médio Diário Anual por Período de Referência – Contagens de Tráfego efectuadas pela Sonometria – valores apurados conforme Cap.5 do documento “*Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído do Instituto do Ambiente*” de Março de 2007.

| Estrada | Período Diurno | | Período Entardecer | | Período Nocturno | | Vel. (km/h) |
|---------|----------------|-------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|
| | TMHC | Pesados (%) | TMHC | Pesados (%) | TMHC | Pesados (%) | |
| 1 | 85 | 3.4% | 60 | 2.3% | 9 | 0.0% | 70 |
| 2 | 210 | 4.3% | 149 | 2.9% | 26 | 0.0% | 70 |
| 3 | 3 | 1.0% | 3 | 0.7% | 2 | 0.0% | 50 |
| 4 | 3 | 1.0% | 3 | 0.7% | 2 | 0.0% | 50 |
| 5 | 35 | 1.0% | 25 | 0.7% | 4 | 0.0% | 50 |
| 6 | 41 | 3.0% | 29 | 2.0% | 4 | 0.0% | 50 |
| 7 | 22 | 1.0% | 15 | 0.7% | 2 | 0.0% | 50 |
| 8 | 51 | 3.0% | 36 | 2.0% | 5 | 0.0% | 70 |
| 9 | 18 | 3.0% | 13 | 2.0% | 2 | 0.0% | 50 |
| 10 | 62 | 2.0% | 42 | 1.3% | 1 | 0.0% | 70 |
| 11 | 24 | 3.0% | 17 | 2.0% | 2 | 0.0% | 50 |
| 12 | 6 | 1.0% | 5 | 0.7% | 4 | 0.0% | 50 |
| 13 | 15 | 1.0% | 11 | 0.7% | 4 | 0.0% | 50 |
| 14 | 11 | 3.0% | 8 | 2.0% | 1 | 0.0% | 70 |
| 15 | 16 | 3.0% | 12 | 2.0% | 4 | 0.0% | 50 |
| 16 | 12 | 3.0% | 9 | 2.0% | 4 | 0.0% | 50 |
| 17 | 6 | 33.3% | 5 | 22.2% | 4 | 0.0% | 50 |
| 18 | 24 | 11.8% | 18 | 7.9% | 7 | 0.0% | 70 |

| Estrada | Período Diurno | | Período Entardecer | | Período Nocturno | | Vel. (km/h) |
|---------|----------------|-------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|----------------|
| | TMHC | Pesados (%) | TMHC | Pesados (%) | TMHC | Pesados (%) | |
| 19 | 24 | 25.0% | 17 | 16.7% | 4 | 0.0% | 50 |
| 20 | 53 | 11.5% | 43 | 7.7% | 22 | 0.0% | 70 |
| 21 | 64 | 5.6% | 46 | 3.7% | 10 | 0.0% | 70 |
| 22 | 53 | 1.0% | 38 | 0.7% | 7 | 0.0% | 50 |
| 23 | 61 | 6.1% | 43 | 4.1% | 7 | 0.0% | 50 |
| 24 | 65 | 4.0% | 44 | 2.7% | 1 | 0.0% | 50 |
| 25 | 70 | 3.9% | 49 | 2.6% | 7 | 0.0% | 50 |
| 26 | 282 | 7.4% | 208 | 4.9% | 60 | 0.0% | 70 |
| 27 | 299 | 4.7% | 206 | 3.1% | 19 | 0.0% | 70 |
| 28 | 6 | 3.0% | 6 | 2.0% | 6 | 0.0% | 50 |
| 29 | 32 | 1.0% | 23 | 0.7% | 6 | 0.0% | 50 |
| 30 | 43 | 1.0% | 31 | 0.7% | 7 | 0.0% | 50 |
| 31 | 33 | 3.0% | 24 | 2.0% | 7 | 0.0% | 50 |

4.4.2 Zonas Industriais

No concelho de Penalva do Castelo, as indústrias são fontes sonoras importantes de emissão de ruído, cujo facto se faz notar essencialmente por pedreiras

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 associado 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, e existência de eventuais sazonalidades. Este levantamento de informação teve por objectivo garantir que os níveis sonoros medidos na envolveria das indústrias são representativos para um período de longa duração (tipicamente um ano).

A caracterização da situação de referência acústica foi feita em pontos definidos previamente. Através da cartografia disponibilizada e do reconhecimento de campo efectuado, foram definidos 11 locais para as medições dos níveis de ruído, de forma a caracterizar globalmente o ambiente sonoro no concelho.

4.5 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.

A fim de proceder à validação junto a cada fonte sonora introduzida no modelo, foram realizadas medições em 11 pontos.

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

4.5.1 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 no Anexo II e nas fotografias do Anexo I.

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 nos Anexos I e II.



4.5.1.1 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 NL-18. 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.

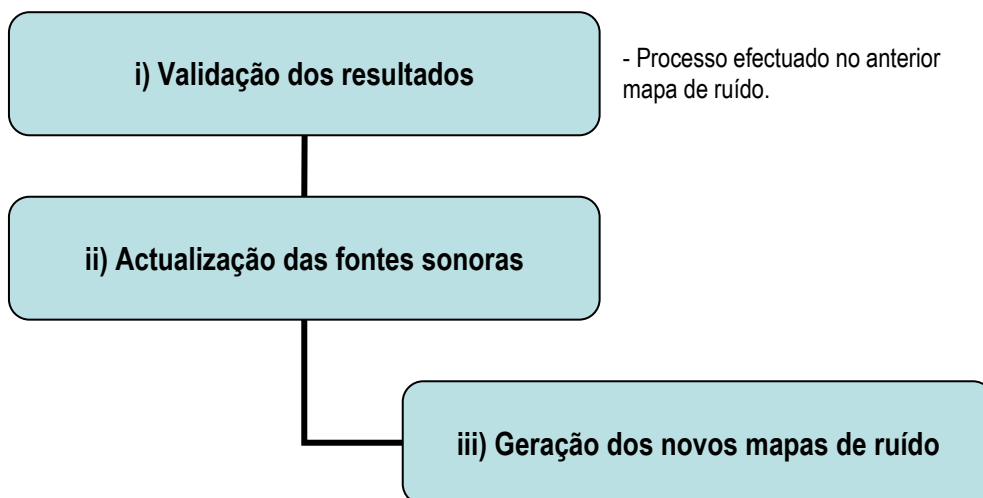
No início e no final da série de medições foi verificada a calibração do sonómetro, efectuando, se justificável, um ajuste de sensibilidade por meio do potenciómetro de ajuste. O valor obtido no final do conjunto de medições não pode diferir do inicial mais do que 0,5 dB(A). Quando esta diferença é excedida,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

Nos Quadros seguintes apresentam-se os valores de L_{Aeq} 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.

No quadro seguinte apresenta-se os valores de L_{Aeq} registados nos diferentes pontos de validação das rodovias, nos períodos diurno e nocturno (mapas de ruído anteriores).

Quadro 4.3 – Valores de L_{Aeq} registados nos diferentes pontos de validação período Diurno (mapas de ruído anteriores)

| Ponto de Medida | Data | Hora | L_{Aeq} (dB[A]) | L_{Amax} (dB[A]) | L_{Amin} (dB[A]) |
|-----------------|------------|-------|-------------------|--------------------|--------------------|
| P a | 10-11-2004 | 10:10 | 55,8 | 73,3 | 52,5 |
| P b | 10-11-2004 | 11:25 | 56,3 | 73,1 | 32,3 |
| P c | 10-11-2004 | 14:20 | 54,4 | 78,2 | 32,0 |
| P d | 10-11-2004 | 15:30 | 55,8 | 72,0 | 31,3 |
| P e | 10-11-2004 | 16:35 | 47,8 | 71,0 | 32,0 |
| P f | 11-11-2004 | 10:00 | 40,3 | 59,3 | 28,0 |
| P g | 11-11-2004 | 11:15 | 48,9 | 72,1 | 36,1 |
| P h | 11-11-2004 | 12:10 | 63,0 | 76,5 | 58,7 |
| P i | 11-11-2004 | 14:00 | 52,3 | 69,7 | 42,0 |
| P j | 11-11-2004 | 15:25 | 52,5 | 73,0 | 42,8 |
| P l | 11-11-2004 | 16:40 | 57,3 | 74,8 | 40,3 |

(Nota: Média energética das medições efectuadas neste período)

Quadro 4.4 – Valores de LAeq registados nos diferentes pontos de validação período nocturno (mapas de ruído anteriores)

| Ponto de Medida | Data | Hora | LAeq (dB[A]) | LAmáx (dB[A]) | LAmin (dB[A]) |
|-----------------|------------|-------|--------------|---------------|---------------|
| P a | 10-11-2004 | 00:35 | 49,8 | 56,6 | 39,2 |
| P b | 10-11-2004 | 23:10 | 45,3 | 68,8 | 27,0 |
| P c | 10-11-2004 | 22:35 | 47,3 | 66,5 | 26,9 |
| P d | 10-11-2004 | 22:00 | 45,3 | 69,8 | 25,1 |
| P e | 10-11-2004 | 22:55 | 41,6 | 55,0 | 35,2 |
| P f | 11-11-2004 | 01:40 | 37,2 | 52,1 | 29,8 |
| P g | 11-11-2004 | 00:55 | 42,1 | 54,3 | 30,2 |
| P h | 11-11-2004 | 22:45 | 50,7 | 75,2 | 20,0 |
| P i | 11-11-2004 | 22:00 | 47,7 | 69,1 | 20,0 |
| P j | 11-11-2004 | 00:15 | 42,1 | 61,4 | 24,5 |
| P l | 11-11-2004 | 23:25 | 52,0 | 72,8 | 27,5 |

4.5.2.2. Validação

A validação dos resultados foi efectuada com base na comparação entre os valores de LAeq (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 nos Quadros 4.5 e 4.6. para as rodovias e para as indústrias respectivamente.

Quadro 4.5 - Valores calculados pelo modelo para os pontos de validação no período diurno (mapas de ruído anteriores)

| Ponto de Medida | LAeq (dB[A]) | LAeq (dB[A]) |
|-----------------|--------------|--------------|
| | medido | simulado |
| P a | 55,8 | 53,8 |
| P b | 56,3 | 54,5 |
| P c | 54,4 | 52,5 |
| P d | 55,8 | 55,0 |
| P e | 47,8 | 49,0 |

| Ponto de Medida | LAeq (dB[A]) | LAeq (dB[A]) |
|-----------------|--------------|--------------|
| | medido | simulado |
| P f | 40,3 | 39,8 |
| P g | 48,9 | 47,5 |
| P h | 63,0 | 61,5 |
| P i | 52,3 | 52,5 |
| P j | 52,5 | 52,4 |
| P l | 57,3 | 56,2 |

Quadro 4.6 - Valores calculados pelo modelo para os pontos de validação no período diurno (mapas de ruído anteriores)

| Ponto de Medida | LAeq (dB[A]) | LAeq (dB[A]) |
|-----------------|--------------|--------------|
| | medido | simulado |
| P a | 49,8 | 47,1 |
| P b | 45,3 | 44,5 |
| P c | 47,3 | 45,6 |
| P d | 45,3 | 43,8 |
| P e | 41,6 | 42,0 |
| P f | 37,2 | 38,3 |
| P g | 42,1 | 40,4 |
| P h | 50,7 | 50,5 |
| P i | 47,7 | 45,9 |
| P j | 42,1 | 44,5 |
| P l | 52,0 | 52,1 |

A análise dos quadros permite concluir que a diferença entre os valores calculados e os valores medidos é sempre inferior a 2 dB(A), no que se refere aos pontos de avaliação nos dois períodos de referência.

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 do Instituto do Ambiente (I.A.) “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_n , a uma altura de avaliação de 4 metros.

4.6 RESULTADOS

O cálculo dos mapas de ruído foi realizado a partir da criação de uma malha equidistante de pontos de cálculo de 10 por 10 metros. 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 Cap.3.2.

O resultado do cálculo, isto é o Mapa de Ruído do Município de Penalva do Castelo, pode ser visualizado no Anexo III, para os dois indicadores em análise L_{den} e L_n .

4.6.1 Análise de resultados

As vias principais do Concelho de Penalva do Castelo são EN329-1 e a EN570, 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 Km²):

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



Na proximidade das indústrias, localizadas nos limites dos aglomerados urbanos, 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 55 dB(A) e os 60 dB(A), alguns até com valores inferiores enquadrando-se ainda em zona sensível. Refira-se que estes valores se enquadram nos limites definidos para zona sensível (inferior a 55 dB(A)) e zona mista (inferior a 65 dB(A)), para o período diurno. No período nocturno, as indústrias não tem qualquer influência nos níveis sonoros registados junto de habitações, uma vez que nem sequer estão em laboração.

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.



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 – PONTO DE MEDIÇÃO A



FIGURA 2 – PONTO DE MEDIÇÃO B



FIGURA 3 – PONTO DE MEDIÇÃO C



FIGURA 4 – PONTO DE MEDIÇÃO D



FIGURA 5 – PONTO DE MEDIÇÃO E



FIGURA 6 – PONTO DE MEDIÇÃO F



FIGURA 7- PONTO DE MEDIÇÃO G

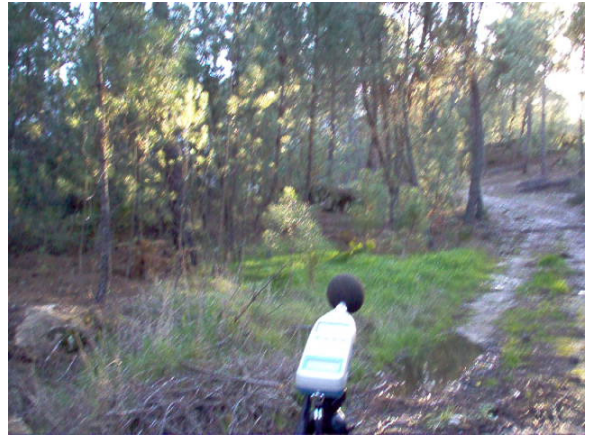


FIGURA 8- PONTO DE MEDIÇÃO H



FIGURA 9- PONTO DE MEDIÇÃO I



FIGURA 10- PONTO DE MEDIÇÃO J



FIGURA 11- PONTO DE MEDIÇÃO L



ANEXO II
IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES SONORAS MODELADAS
E
PONTOS DE VALIDAÇÃO



ANEXO III MAPAS DE RUÍDO



A) INDICADOR L_{DEN}



B) INDICADOR L_N