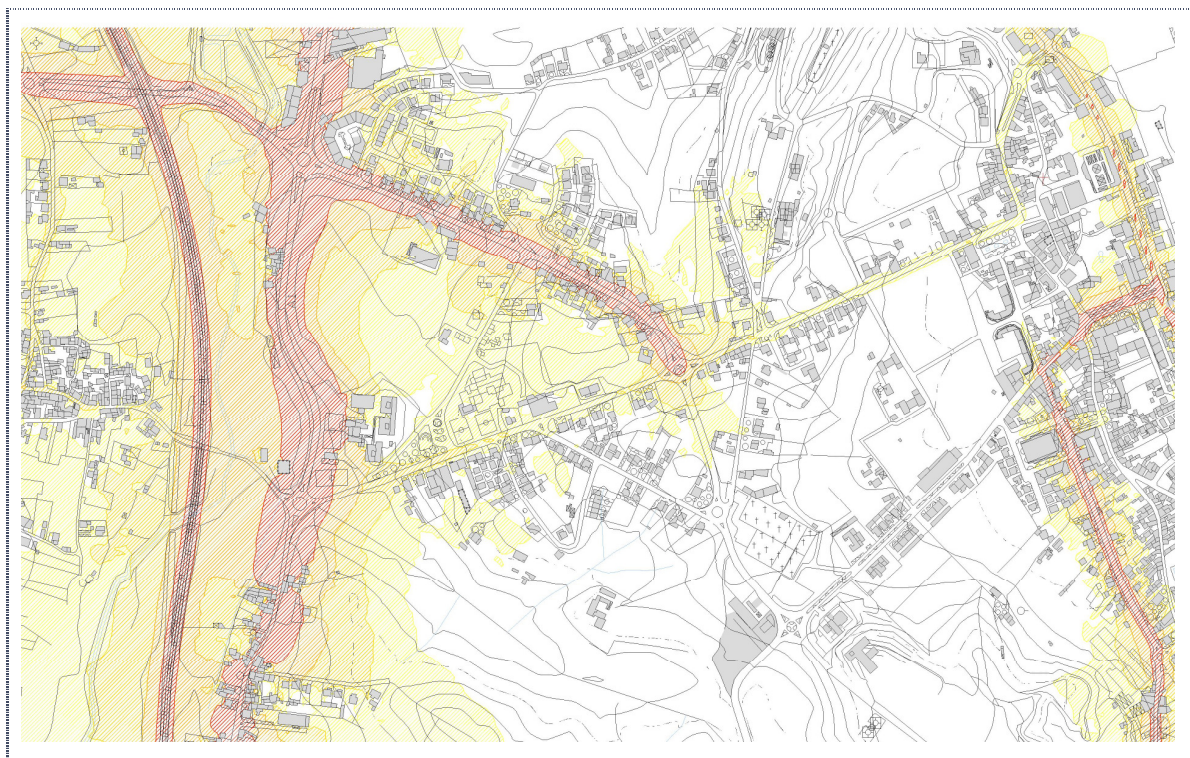




**Plural**

Planeamento Urbano, Regional  
e de Transportes, Lda.



## **ADAPTAÇÃO DO MAPA DE RUÍDO DE ANADIA AO NOVO REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO**

### **RELATÓRIO**

Outubro de 2008

**CÂMARA MUNICIPAL DE ANADIA**

# ADAPTAÇÃO DO MAPA DE RUÍDO DE ANADIA AO NOVO REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO

## RELATÓRIO

Outubro de 2008

**CÂMARA MUNICIPAL DE ANADIA**

Realizado por:

Na capa: Extracto do Mapa global à cota de 4m – Indicador Ln

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

## ÍNDICE

|                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                               | 4  |
| 2. ENQUADRAMENTO LEGAL.....                                                      | 5  |
| 2.1 CONTEXTO LEGISLATIVO.....                                                    | 5  |
| 2.2 DEFINIÇÕES.....                                                              | 7  |
| 3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO.....                                            | 9  |
| 3.1 METODOLOGIA.....                                                             | 9  |
| 3.2 NORMAS E PARÂMETROS DE CÁLCULO.....                                          | 10 |
| 3.2.1 TRÁFEGO RODOVIÁRIO.....                                                    | 10 |
| 3.2.2 TRÁFEGO FERROVIÁRIO.....                                                   | 10 |
| 3.2.3 FONTES INDUSTRIAIS.....                                                    | 10 |
| 3.2.4 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.....                       | 12 |
| 3.3.2 PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS.....                                           | 13 |
| 4. MAPA DE RUÍDO PARA O MUNICÍPIO DE ANADIA.....                                 | 15 |
| 4.1 MODELO DIGITAL DO TERRENO.....                                               | 15 |
| 4.2 EDIFÍCIOS E BARREIRAS ACÚSTICAS.....                                         | 15 |
| 4.3 FONTES DE RUÍDO.....                                                         | 16 |
| 4.3.1 TRÁFEGO RODOVIÁRIO.....                                                    | 17 |
| 4.3.2 TRÁFEGO FERROVIÁRIO.....                                                   | 20 |
| 4.3.3 ZONAS INDUSTRIAIS.....                                                     | 21 |
| 4.4 VALIDAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO.....                                            | 22 |
| 4.4.1 MEDIÇÕES ACÚSTICAS.....                                                    | 22 |
| 4.4.1.1 MÉTODOS E EQUIPAMENTOS DE RECOLHA DE DADOS.....                          | 22 |
| 4.4.2 VALIDAÇÃO.....                                                             | 23 |
| 4.4.2.1 RESULTADOS.....                                                          | 24 |
| 4.4.2.2 VALIDAÇÃO.....                                                           | 24 |
| 4.4.2.3 ACTUALIZAÇÃO DAS FONTES SONORAS E CARTOGRAFIA.....                       | 26 |
| 4.4.2.4 GERAÇÃO DOS NOVOS MAPAS DE RUÍDO.....                                    | 26 |
| 4.5 RESULTADOS.....                                                              | 26 |
| 4.5.1 ANÁLISE DE RESULTADOS.....                                                 | 26 |
| ANEXOS.....                                                                      | 28 |
| ANEXO I.....                                                                     | 29 |
| ANEXO II.....                                                                    | 31 |

## 1. INTRODUÇÃO

As cartas de ruído são instrumentos essenciais no diagnóstico e gestão do meio ambiente sonoro. Sendo uma fonte de informação para os 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, actividades industriais, actividades comerciais e meios urbanos em geral, as cartas de ruído revelam-se de grande importância dentro das novas políticas de melhoria do ambiente sonoro.

A carta de ruído do Concelho de Anadia 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 para a legislação portuguesa 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, aéreo e indústrias).

O mapa de ruído traduz o estado acústico do local e as influências das fontes de ruído mais relevantes. Este é apresentado 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 Concelho;

A carta de ruído fornece uma visualização global do ruído no Município de Anadia, permitindo avaliar correctamente as situações em cada zona e realizar uma análise primária na gestão do ruído em termos de ruído ambiente.

O presente mapa de ruído é uma adaptação do anterior mapa, que foi elaborado à luz do antigo Regulamento Geral de Ruído (R.G.R. – Decreto-Lei n.º 292/2000). É objectivo ir de encontro ao novo R.G.R. (Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro) que, entre outras novidades, estabelece a elaboração dos mapas a uma altura de 4 metros, para os indicadores “diurno-entardecer-nocturno” e “nocturno”. Para o efeito, foram seguidas as orientações do documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído” da Agência Portuguesa do Ambiente, de Março de 2007 (antigo Instituto do Ambiente).

### **Identificação**

|                                                       |                                                             |                                                 |
|-------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| <b>Requerente</b>                                     | Câmara Municipal de Anadia                                  |                                                 |
| <b>Local</b>                                          | Todos os ensaios foram realizados dentro da área de estudo. |                                                 |
| <b>Levantamentos das fontes sonoras cartografadas</b> | Datas                                                       | De 12 de Julho de 2004 a 24 de Setembro de 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.) – Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro de 2007, vem substituir o Decreto-Lei nº 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  $L_{den}$  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/ km<sup>2</sup> 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 antigo 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.

**Quadro 2.1**

| Zona                      | Indicador Diurno-Entardecer-Nocturno / $L_{den}$ | Indicador Nocturno $L_n$ |
|---------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------|
| <b>Sensível</b>           | 55 dB(A)                                         | 45 dB(A)                 |
| <b>Mista</b>              | 65 dB(A)                                         | 55 dB(A)                 |
| <b>Sem classificação*</b> | 63 dB(A)                                         | 53 dB(A)                 |

\* - Em caso de classificação ainda não definitiva, os limites aplicáveis são de 63 dB(A) para o indicador  $L_{den}$  e de 53 dB(A) para o indicador  $L_n$ .

## 2.2 DEFINIÇÕES

Seguidamente, apresentam-se algumas definições importantes relativas aos mapas de ruído, estabelecidas no novo RGR.

### **CAPÍTULO I – DISPOSIÇÕES GERAIS**

#### **(Artigo 3º - Definições)**

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

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

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;

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

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:

i) Período diurno – das 7 às 20 horas;

ii) Período de entardecer – das 20 às 23 horas;

iii) 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.

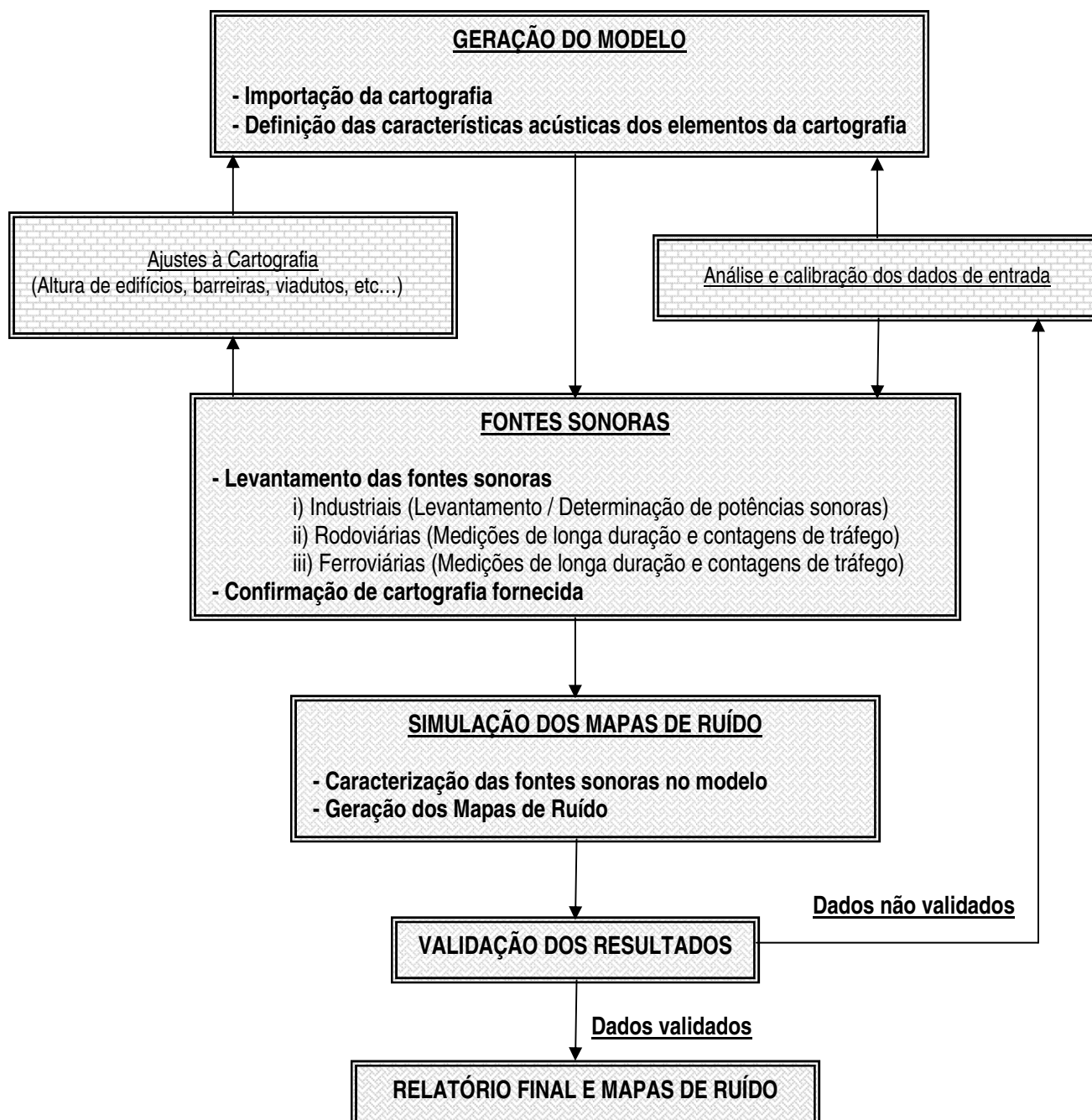


### 3. ELABORAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO

#### 3.1 METODOLOGIA

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

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 Tráfego Ferroviário

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".

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.

### 3.2.3 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 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 Anadia, 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 3,5 metros. Para os restantes edifícios/conjunto de edifícios foram adicionados 2,5 metros por cada piso adicional. |
| Absorção dos elementos (Coeficiente de absorção sonora) | Ver Quadro 3.2                                                                                                                                                                                                                |
| Ordem das reflexões                                     | 2º grau                                                                                                                                                                                                                       |
| Comprimento Raio Sonoro                                 | 2 000 Metros                                                                                                                                                                                                                  |
| Condições Meteorológicas (Períodos de Referência)       | Diurno: 50% favorável à propagação de ruído.<br>Entardecer: 75% favorável à propagação de ruído.<br>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 LDEN E LN

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 Anadia. O processo é definido pelo Instituto do Ambiente no documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, já referido.

#### 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 o tráfego rodoviário, recomenda-se o seguinte:

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

Para o 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.

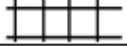
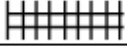
### 3.3.2 PEÇAS DESENHADAS E ESCRITAS

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 (Tabela 1).

O Quadro 3.3, a seguir apresentado, define a representação gráfica à qual devem obedecer os mapas de ruído.

**Quadro 3.3**

| 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 |

Devido à vasta área coberta pelos níveis  $L_{den} \leq 55$  dB e  $L_n \leq 45$  optou-se, em termos de impressão dos mapas, por substituir a sua representação por “ausência de cor”.

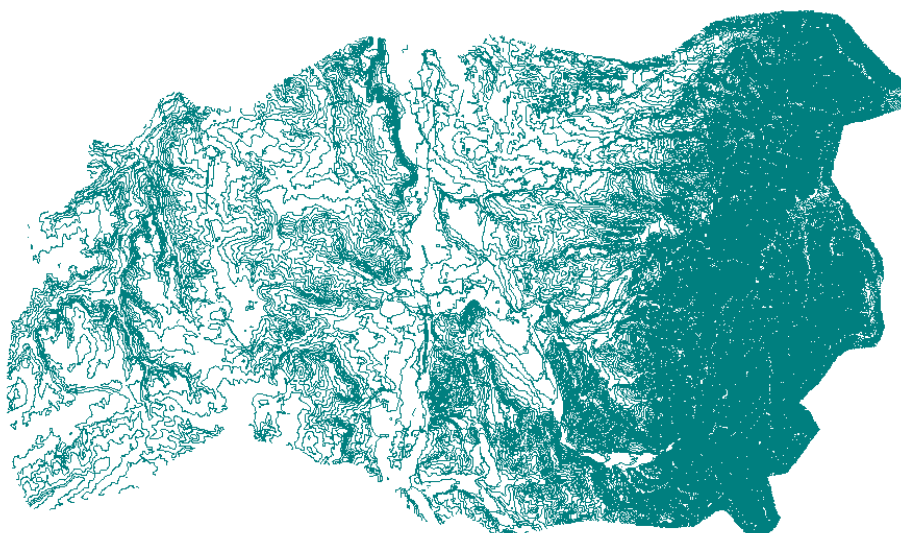
## 4. MAPA DE RUÍDO PARA O MUNICÍPIO DE ANADIA

### 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 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 Anadia, o MDT foi construído a partir das curvas de nível e pontos cotados, informação fornecida pelo Município. As curvas apresentam uma equidistância de cinco metros. A informação relativa à topografia é apresentada na Figura 4.1.

Figura 4.1: Altimetria do Concelho de Anadia

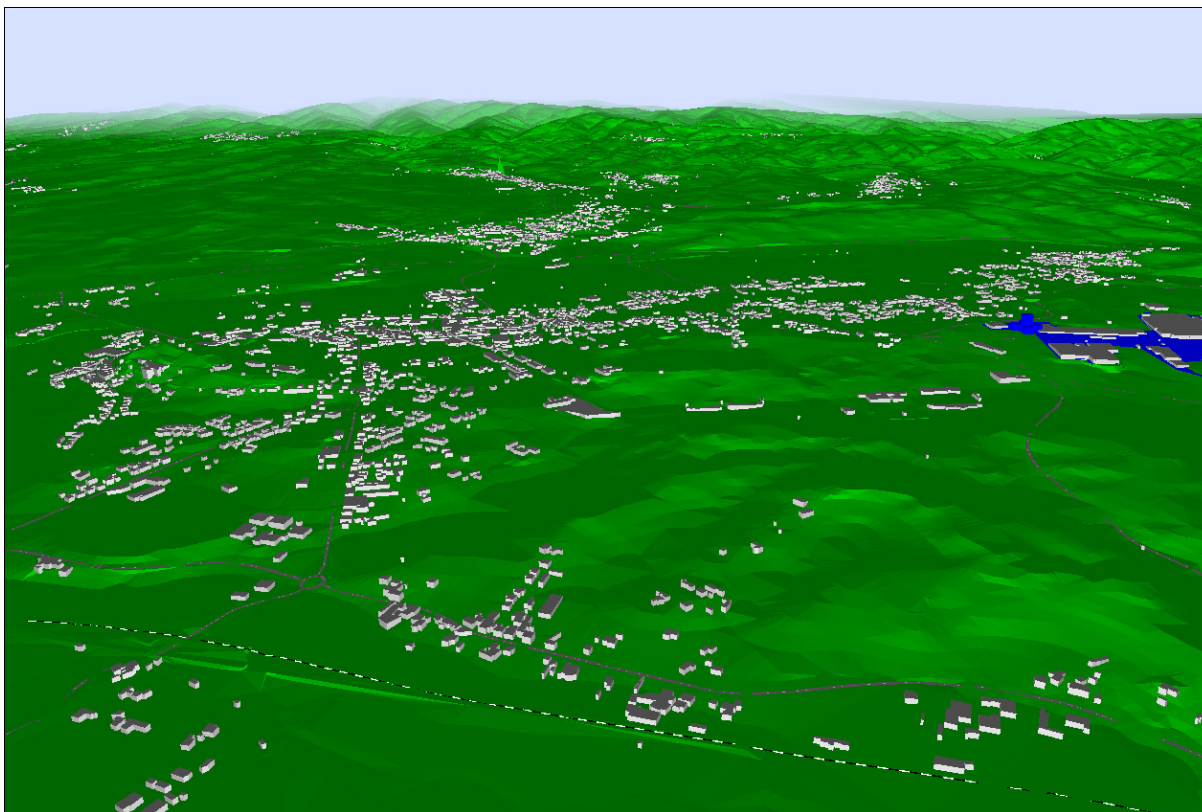


### 4.2 EDIFÍCIOS E BARREIRAS ACÚSTICAS

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 Anadia.

**Figura 4.2: Vista geral do concelho de Anadia**



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 da área de estudo, permite definir quais as rodovias com maior contribuição para os níveis sonoros dentro do espaço concelhio e bem como 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 município.

A determinação do tráfego médio horário a considerar em cada uma das vias, teve como informação de base os estudos de tráfego da “Estradas de Portugal (E.P)”. Nas vias sem cobertura do E.P., recorreu-se a contagens de tráfego *in situ*.

Para os anteriores mapas de ruído, ao abrigo do anterior RLPS (DL 292/2000), havendo dois períodos de referência, 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 três períodos de referência previstos no novo Regulamento Geral de Ruído (R.G.R.), são apresentados no Quadro 4.1. Relativamente aos veículos pesados considerou-se que a sua velocidade é inferior em 10 km à dos ligeiros.

Estes valores dizem respeito aos 3 períodos (diurno, entardecer e nocturno) e foram apurados conforme as Directrizes do antigo 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  | Numeração | Período Diurno |             | Período Entardecer |             | Período Nocturno |             | Vel.   |
|----------|-----------|----------------|-------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|--------|
|          |           | TMHC           | Pesados (%) | TMHC               | Pesados (%) | TMHC             | Pesados (%) | (km/h) |
|          | 1         | 128            | 4.0         | 94                 | 2.7         | 26               | 0.0         | 70     |
|          | 2         | 100            | 0.0         | 76                 | 0.0         | 29               | 0.0         | 70     |
|          | 3         | 135            | 6.8         | 100                | 6.9         | 30               | 7.1         | 50     |
|          | 4         | 60             | 7.7         | 49                 | 9.9         | 26               | 14.3        | 70     |
|          | 5         | 60             | 0.0         | 48                 | 0.0         | 23               | 0.0         | 70     |
|          | 6         | 184            | 0.0         | 134                | 0.0         | 35               | 0.0         | 70     |
|          | 7         | 103            | 7.8         | 73                 | 5.2         | 14               | 0.0         | 70     |
|          | 8         | 140            | 9.1         | 100                | 12.7        | 21               | 20.0        | 70     |
| E.N. 235 | 9         | -              | -           | -                  | -           | -                | -           | -      |
|          | 10        | 97             | 12.1        | 72                 | 8.1         | 22               | 0.0         | 70     |
|          | 11        | 97             | 0.0         | 69                 | 0.0         | 12               | 0.0         | 70     |
|          | 12        | 578            | 9.5         | 434                | 6.3         | 147              | 0.0         | 70     |
|          | 13        | 978            | 11.3        | 707                | 8.2         | 164              | 1.9         | 90     |
|          | 14        | 1034           | 10.3        | 734                | 10.0        | 134              | 9.3         | 90     |
|          | 15        | 943            | 13.6        | 690                | 17.8        | 185              | 26.3        | 90     |
|          | 16        | 380            | 4.5         | 280                | 4.7         | 80               | 5.0         | 90     |
|          | 17        | 100            | 1.0         | 73                 | 1.0         | 19               | 1.0         | 70     |
|          | 18        | 24             | 0.0         | 16                 | 0.0         | 0                | 0.0         | 70     |
| A.E. 1   | 19        | -              | -           | -                  | -           | -                | -           | -      |
|          | 20        | 70             | 3.0         | 53                 | 2.3         | 18               | 1.0         | 50     |
|          | 21        | 84             | 15.0        | 61                 | 10.0        | 15               | 0.0         | 70     |
|          | 22        | 125            | 12.1        | 93                 | 8.1         | 30               | 0.0         | 70     |
|          | 23        | 0              | 0.0         | 0                  | 0.0         | 0                | 0.0         | 50     |
|          | 24        | 83             | 11.5        | 65                 | 7.7         | 30               | 0.0         | 70     |
|          | 25        | 95             | 11.4        | 73                 | 11.8        | 30               | 12.5        | 70     |
|          | 26        | 80             | 10.0        | 62                 | 11.4        | 26               | 14.3        | 70     |
|          | 27        | 85             | 13.3        | 65                 | 13.6        | 26               | 14.3        | 70     |
|          | 28        | 94             | 12.8        | 71                 | 15.2        | 25               | 20.0        | 70     |
|          | 29        | 20             | 0.0         | 13                 | 0.0         | 0                | 0.0         | 70     |
|          | 30        | 33             | 4.2         | 24                 | 2.8         | 5                | 0.0         | 70     |
|          | 31        | 10             | 0.0         | 7                  | 0.0         | 0                | 0.0         | 70     |
|          | 32        | 55             | 0.0         | 39                 | 0.0         | 7                | 0.0         | 70     |
|          | 33        | 64             | 5.0         | 48                 | 3.3         | 15               | 0.0         | 70     |
|          | 34        | 293            | 2.6         | 200                | 1.7         | 14               | 0.0         | 90     |
|          | 35        | 114            | 3.2         | 91                 | 2.1         | 44               | 0.0         | 70     |
|          | 36        | 63             | 0.0         | 44                 | 0.0         | 7                | 0.0         | 50     |
|          | 37        | 206            | 7.8         | 147                | 5.2         | 30               | 0.0         | 90     |
|          | 38        | 249            | 3.4         | 177                | 2.3         | 34               | 0.0         | 70     |
|          | 39        | 52             | 3.7         | 40                 | 2.5         | 15               | 0.0         | 70     |
|          | 40        | 167            | 15.0        | 121                | 10.7        | 30               | 2.0         | 70     |
|          | 41        | 34             | 10.0        | 25                 | 10.0        | 7                | 10.0        | 70     |
|          | 42        | 148            | 3.3         | 112                | 2.2         | 40               | 0.0         | 90     |
|          | 43        | 116            | 0.8         | 86                 | 0.5         | 26               | 0.0         | 70     |
|          | 44        | 84             | 0.0         | 60                 | 0.0         | 12               | 0.0         | 90     |
|          | 45        | 10             | 0.0         | 7                  | 0.0         | 0                | 0.0         | 70     |
|          | 46        | 87             | 0.0         | 64                 | 0.0         | 19               | 0.0         | 90     |

| Estrada | Numeração | Período Diurno |             | Período Entardecer |             | Período Noturno |             | Vel.   |
|---------|-----------|----------------|-------------|--------------------|-------------|-----------------|-------------|--------|
|         |           | TMHC           | Pesados (%) | TMHC               | Pesados (%) | TMHC            | Pesados (%) | (km/h) |
|         | 47        | 52             | 5.0         | 44                 | 3.3         | 27              | 0.0         | 90     |
|         | 48        | 17             | 0.0         | 12                 | 0.0         | 3               | 0.0         | 70     |
|         | 49        | 7              | 0.0         | 5                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 70     |
|         | 50        | 95             | 2.0         | 66                 | 1.3         | 7               | 0.0         | 70     |
|         | 51        | 13             | 0.0         | 9                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 50     |
|         | 52        | 5              | 0.0         | 4                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 70     |
|         | 53        | 5              | 0.0         | 4                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 70     |
|         | 54        | 5              | 0.0         | 4                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 70     |
|         | 55        | 10             | 0.0         | 7                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 70     |
|         | 56        | 2              | 0.0         | 2                  | 0.0         | 2               | 0.0         | 70     |
|         | 57        | 72             | 3.6         | 53                 | 2.7         | 15              | 1.0         | 70     |
|         | 58        | 38             | 0.0         | 29                 | 0.0         | 11              | 0.0         | 70     |
|         | 59        | 46             | 0.0         | 36                 | 0.0         | 15              | 0.0         | 70     |
|         | 60        | 75             | 7.4         | 57                 | 13.3        | 20              | 25.0        | 70     |
|         | 61        | 99             | 15.0        | 73                 | 10.0        | 20              | 0.0         | 90     |
|         | 62        | 82             | 15.0        | 74                 | 11.4        | 57              | 4.3         | 90     |
|         | 63        | 81             | 0.0         | 69                 | 0.0         | 44              | 0.0         | 70     |
|         | 64        | 66             | 15.0        | 49                 | 14.3        | 15              | 13.0        | 70     |
|         | 65        | 74             | 0.0         | 56                 | 0.0         | 20              | 0.0         | 70     |
|         | 66        | 29             | 10.0        | 21                 | 7.3         | 4               | 2.0         | 70     |
|         | 67        | 2              | 0.0         | 2                  | 0.0         | 1               | 0.0         | 50     |
|         | 68        | 20             | 10.0        | 13                 | 6.7         | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 69        | 611            | 6.1         | 460                | 6.9         | 158             | 8.6         | 70     |
|         | 70        | 473            | 5.0         | 337                | 8.3         | 66              | 15.0        | 70     |
|         | 71        | 248            | 3.1         | 183                | 2.1         | 54              | 0.0         | 70     |
|         | 72        | 99             | 8.6         | 74                 | 10.7        | 25              | 15.0        | 70     |
|         | 73        | 11             | 15.0        | 7                  | 10.0        | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 74        | 20             | 0.0         | 13                 | 0.0         | 0               | 0.0         | 50     |
|         | 75        | 41             | 15.0        | 32                 | 10.0        | 15              | 0.0         | 70     |
|         | 76        | 23             | 15.0        | 15                 | 10.0        | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 77        | 29             | 15.0        | 19                 | 10.0        | 0               | 0.0         | 50     |
|         | 78        | 30             | 15.0        | 20                 | 10.0        | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 79        | 217            | 11.0        | 160                | 10.1        | 45              | 8.3         | 90     |
|         | 80        | 203            | 3.3         | 150                | 2.2         | 45              | 0.0         | 70     |
|         | 81        | 4              | 15.0        | 5                  | 15.0        | 7               | 15.0        | 70     |
|         | 82        | 9              | 15.0        | 8                  | 15.0        | 7               | 15.0        | 70     |
|         | 83        | 190            | 9.0         | 147                | 7.6         | 62              | 4.8         | 70     |
|         | 84        | 7              | 0.0         | 5                  | 0.0         | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 85        | 18             | 15.0        | 14                 | 10.0        | 5               | 0.0         | 70     |
|         | 86        | 93             | 3.2         | 75                 | 6.3         | 40              | 12.5        | 70     |
|         | 87        | 19             | 0.0         | 15                 | 0.0         | 7               | 0.0         | 70     |
|         | 88        | 70             | 3.4         | 54                 | 2.3         | 22              | 0.0         | 70     |
|         | 89        | 16             | 11.1        | 11                 | 12.4        | 2               | 15.0        | 70     |
|         | 90        | 7              | 15.0        | 5                  | 10.0        | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 91        | 23             | 0.0         | 15                 | 0.0         | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 92        | 27             | 7.1         | 22                 | 4.7         | 12              | 0.0         | 50     |
|         | 93        | 10             | 0.0         | 7                  | 0.0         | 0               | 0.0         | 70     |
|         | 94        | 971            | 17.2        | 739                | 16.5        | 274             | 15.0        | 90     |

| Estrada | Numeração | Período Diurno |             | Período Entardecer |             | Período Nocturno |             | Vel.<br>(km/h) |
|---------|-----------|----------------|-------------|--------------------|-------------|------------------|-------------|----------------|
|         |           | TMHC           | Pesados (%) | TMHC               | Pesados (%) | TMHC             | Pesados (%) |                |
|         | 95        | 83             | 3.6         | 57                 | 3.1         | 4                | 2.0         | 50             |
|         | 96        | 1437           | 17.7        | 1039               | 16.8        | 243              | 15.0        | 90             |
|         | 97        | 261            | 4.6         | 193                | 4.2         | 57               | 3.3         | 70             |
|         | 98        | 91             | 6.3         | 66                 | 4.2         | 15               | 0.0         | 70             |
|         | 99        | 1269           | 15.2        | 920                | 15.0        | 222              | 14.5        | 90             |
|         | 100       | 1466           | 9.9         | 1135               | 10.1        | 473              | 10.5        | 90             |
|         | 101       | 50             | 1.0         | 37                 | 1.0         | 12               | 1.0         | 50             |
|         | 102       | 193            | 2.0         | 144                | 1.7         | 46               | 1.0         | 50             |
|         | 103       | 132            | 2.0         | 101                | 1.7         | 39               | 1.0         | 50             |
|         | 104       | 39             | 1.0         | 27                 | 1.0         | 4                | 1.0         | 50             |
|         | 105       | 298            | 2.0         | 218                | 1.7         | 59               | 1.0         | 50             |

\* - Dados disponibilizados pelas Estradas de Portugal (E.P.).

**Quadro 4.2: Auto-Estradas com cobertura do recenseamento de tráfego de 2005 das Estradas de Portugal**

| Auto-Estrada | Troço | Início do sublanço | Fim do sublanço | TMDA 2005 | %PES 2005 |
|--------------|-------|--------------------|-----------------|-----------|-----------|
| A.E.1 (IP1)  | 19    | Mealhada           | Aveiro Sul      | 30 263    | 16,3      |

**Quadro 4.3: 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.Méd. (km/) | Ligeiros                  | Pesados | Vel.Méd. (km/) |
| EN 235 Km: 26,7 | 9     | 7 279                    | 445     | -              | 973                       | 54      | -              |

Uma vez que os dados fornecidos pela “Estradas de Portugal (E.P.)” não são apresentadas em função dos períodos diurno, entardecer e nocturno definidos no R.G.R., a distribuição de tráfego por período de referência e percentagem de pesados assumidos para as rodovias para as quais há contagens de tráfego por parte do E.P. teve como base contagens com classificação de veículos para posterior tratamento e distribuição por período de referência.

### 4.3.2 Tráfego Ferroviário

O tráfego ferroviário foi actualizado em relação aos anteriores mapas de ruído. Foram efectuadas medições para os períodos de referência, em locais onde não existem outras fontes sonoras significativas. Foram identificados o número e tipo de comboios que passaram durante as medições de som.

Esta informação, juntamente com o número médio diário de comboios na ferrovia e o nível sonoro residual (nível sonoro no mesmo local, sem a ocorrência do ruído particular – passagem do comboio), foi usada para definir o espectro emissor de ruído médio da ferrovia para a sua envolvente, para os períodos de referência. Á

semelhança do procedimento utilizado para as fontes de ruído industriais, define-se a fonte sonora ferroviária e procede-se à sua validação.

**Quadro 4.4: Características das composições que circulam na Linha do Norte**

| Tipo de comboios | Número de comboios |                    |                  |
|------------------|--------------------|--------------------|------------------|
|                  | Período diurno     | Período entardecer | Período nocturno |
| Passageiros      | 26                 | 23                 | 18               |
| Mercadorias      | 4                  | 4                  | 3                |

### 4.3.3 Zonas Industriais

No caso das indústrias estabelecidas no município de Anadia o primeiro passo foi identificar aquelas que influem no ambiente sonoro médio de longa duração da sua envolvente.

O segundo passo foi efectuar medições acústicas no perímetro envolvente mais próximo possível dessas unidades, que, em média, se situaram em dois a três pontos de amostragem por instalação, com tempos médios de trinta minutos cada.

Com estes dados referentes aos valores medidos, foi efectuado o cálculo do nível de potência sonora associado a cada uma dessas unidades e a posterior modelação da dispersão das emissões sonoras nas áreas envolventes às zonas 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 envolventes são então somados, logaritmicamente, aos mapas de ruído gerados para as vias de comunicação.

As potências sonoras calculadas no município de Anadia são apresentadas no quadro seguinte.

**Quadro 4.5: Áreas industriais e respectiva potência sonora calculada – valores apurados conforme Cap.5 do documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído do Instituto do Ambiente” de Março de 2007.**

| Indústria/Complexo Industrial       | Tipo de fonte          | Potência Sonora<br>(por unidade de Área) |            |          | Tempo de Operação |            |          |
|-------------------------------------|------------------------|------------------------------------------|------------|----------|-------------------|------------|----------|
|                                     |                        | Diurno                                   | Entardecer | Nocturno | Diurno            | Entardecer | Nocturno |
|                                     |                        | (dBA)                                    | (dBA)      | (dBA)    | (min)             | (min)      | (min)    |
| Fábrica no Bairro da Sardinheira    | Fonte em Área Vertical | 55.0                                     | 55.0       | 50.0     | 840               | 180        | 420      |
| Fábrica de Tijolos em São Simão     | Fonte em Área *        | 55.0                                     | 55.0       | 50.0     | 840               | 180        | 420      |
| Complexo fabril na Póvoa do Pereiro | Fonte em Área *        | 58.0                                     | 55.0       | 55.0     | 840               | 180        | 420      |

\* - Área horizontal.

#### 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 LAeq 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, ferrovias 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, ferrovia, indústrias, 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 pontos considerados é apresentada no Anexo II.

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. As fotografias dos pontos de validação são apresentadas no Anexo I.

##### 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).

Foi utilizado nas medições 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.

Foi utilizada a malha de ponderação em frequência "A", 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.

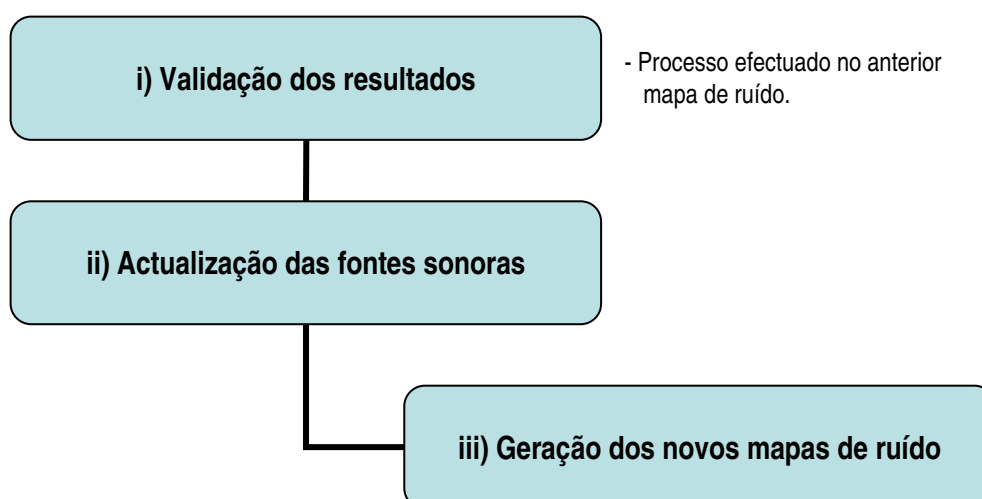
No início e no final da série de medições foi verificada a calibração do sonómetro, efectuando, se justificável, um ajuste de sensibilidade por meio do potenciómetro de ajuste. O valor obtido no final do conjunto de medições não pode diferir do inicial mais do que 0,5 dB(A). Quando esta diferença é excedida,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

#### 4.4.2 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.



#### 4.4.2.1 Resultados

No Quadro seguinte 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 dos mapas de ruído efectuados para o anterior Regulamento Geral de Ruído (DL 292/2000). Apenas são apresentados os dados que serviram de base à validação do modelo.

**Quadro 4.6: Valores de  $L_{Aeq}$  medidos nos diferentes pontos de validação (mapas de ruído anteriores)**

| Local | $L_{Aeq}$ Medido (dBA) |                  |
|-------|------------------------|------------------|
|       | Período Diurno         | Período Nocturno |
| P A   | 48.1                   | 44.1             |
| P E   | 54.1                   | 48.2             |
| P F   | 53.1                   | 43.9             |
| P H   | 50.1                   | 44.3             |
| P M   | 56.3                   | 54.1             |
| P P   | 53.0                   | 46.4             |

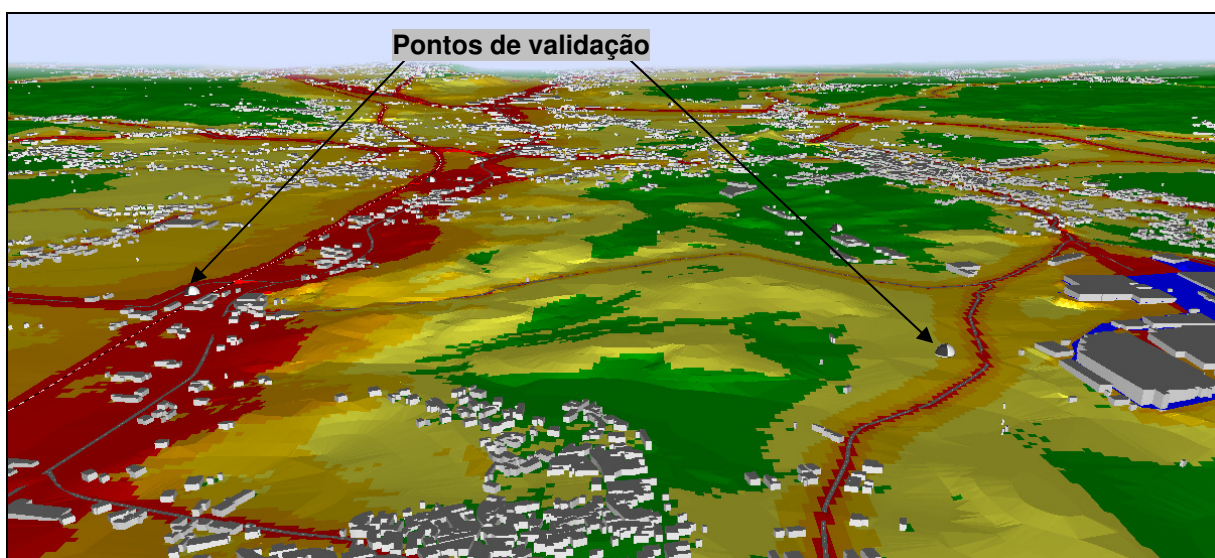
(Nota: Média energética das medições efectuadas neste período)

#### 4.4.2.2 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.

Na figura seguinte é apresentado um excerto do modelo tridimensional de alguns locais de validação.

**Figura 4.3: Pontos de Validação**





Os valores obtidos pelo modelo nos pontos de validação de ruído são apresentados no Quadro 4.7 para as rodovias.

**Quadro 4.7: Valores calculados pelo modelo para os pontos de validação (mapas de ruído anteriores)**

| Local | Coordenadas Absolutas |          | L <sub>Aeq</sub> Calculado (dBA) |                  |
|-------|-----------------------|----------|----------------------------------|------------------|
|       | X (m)                 | Y (m)    | Período Diurno                   | Período Nocturno |
| P A   | -23718.9              | 83499.65 | 47.8                             | 42.2             |
| P E   | -25760.7              | 88103.87 | 53.1                             | 49.8             |
| P F   | -25253.1              | 90367.38 | 52.8                             | 43.1             |
| P H   | -26098.5              | 89928.7  | 48.4                             | 43.0             |
| P M   | -30729.7              | 83824.36 | 57.4                             | 53.8             |
| P P   | -35176.8              | 83602.6  | 53.0                             | 45.2             |

Apresentam-se em seguida os quadros comparativos entre os valores obtidos através das medições acústicas e os valores calculados pelo modelo.

**Quadro 4.8: Comparação entre valores calculados e medidos para o período diurno (mapas de ruído anteriores)**

| Local | L <sub>Aeq</sub> calculado (dBA) | L <sub>Aeq</sub> medido (dBA) | Δ  (dBA) |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|----------|
| P A   | 47.8                             | 48.1                          | 0.3      |
| P E   | 53.1                             | 54.1                          | 1.0      |
| P F   | 52.8                             | 53.1                          | 0.3      |
| P H   | 48.4                             | 50.1                          | 1.7      |
| P M   | 57.4                             | 56.3                          | 1.1      |
| P P   | 53.0                             | 53.0                          | 0.0      |

**Quadro 4.9. - Comparação entre valores calculados e medidos para o período nocturno (mapas de ruído anteriores)**

| Local | L <sub>Aeq</sub> calculado (dBA) | L <sub>Aeq</sub> medido (dBA) | Δ  (dBA) |
|-------|----------------------------------|-------------------------------|----------|
| P A   | 42.2                             | 44.1                          | 1.9      |
| P E   | 49.8                             | 48.2                          | 1.6      |
| P F   | 43.1                             | 43.9                          | 0.8      |
| P H   | 43.0                             | 44.3                          | 1.3      |
| P M   | 53.8                             | 54.1                          | 0.3      |
| P P   | 45.2                             | 46.4                          | 1.2      |

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 das rodovias e ferrovias, 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.

#### **4.4.2.3 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.

#### **4.4.2.4 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 (DL 9/2007). Os mapas são calculados para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , 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 Anadia, pode ser visualizado nas peças desenhadas 01 e 02, para os dois indicadores em análise  $L_{den}$  e  $L_n$ , respectivamente.

#### **4.5.1 Análise de resultados**

O mapa de ruído do concelho permite identificar situações prioritárias a integrar em planos de redução de ruído. Esta identificação resulta da análise de conformidade com o Regulamento Geral de Ruído realizada a partir dos mapas de ruído.

Contudo, junto das principais fontes de ruído, em particular na proximidade dos eixos rodoviários, na zona envolvente à zona industrial de Anadia e de algumas indústrias existentes no Concelho com laboração nos períodos diurno, entardecer e nocturno, a diferença ente os níveis de ruído registados nestes períodos não é muito significativa, correspondendo estas zonas nos Mapas de Ruído, a níveis de ruído acima dos 60 dB(A).

A principal fonte de ruído do Concelho é o tráfego rodoviário, verificando-se na A1, IC2 e EN235, valores significativos de Tráfego Médio Horário Calculado, sobretudo, no período diurno. Nos períodos entardecer e

nocturno verifica-se uma diminuição do tráfego rodoviário. No entanto, o aumento de velocidade dos veículos contribui de uma forma significativa para o acréscimo dos níveis de ruído na zona envolvente.

Refira-se que a A1 e o IC2 atravessam zonas com alguma densidade populacional, nomeadamente, as localidades de Ribafornos (A1), Fornos (A1), Pedralva (A1), Couvelha (A1), Paraiba (A1), Póvoa da Preta (A1), Aguium (IC2), Senhora do Ó (IC2), Vendas da Pedreira (IC2), Alagoas (IC2) e Avelãs de Caminho (IC2). O tráfego rodoviário constitui, nestas localidades, a principal fonte de incomodidade sonora para as populações.

O tráfego ferroviário constitui também uma fonte de ruído importante, contribuindo para o acréscimo dos níveis de ruído na zona envolvente.

A zona industrial de Anadia, localizada no limite do aglomerado urbano, bem como a existência de algumas indústrias dispersas, com características ruidosas, têm um impacto pouco significativo junto das populações. Embora algumas das indústrias tenham laboração no período nocturno verifica-se, na generalidade dos casos, um decréscimo nos níveis de ruído.

Nas zonas afastadas das fontes de ruído referidas anteriormente, o ambiente sonoro é de um modo geral calmo, existindo algumas zonas que se poderão enquadrar nos limites definidos para Zona Sensível, em ambos os períodos de referência.

Verificando-se a degradação do ambiente sonoro do concelho, provocada pelo aumento de tráfego, devem-se acautelar medidas preventivas para o futuro. As mais indicadas passam pelo controlo de tráfego, redução de viaturas pesadas (utilizando os circuitos alternativos disponíveis) e controlo de velocidade.

A coordenação do trânsito de forma a torná-lo o mais fluído possível (semáforos bem sequenciados), evitando ao máximo situações de aceleração e desacelerações, é uma medida preventiva ao controlo de ruído. Esta medida tem sido já utilizada, em alguns pontos do Concelho.

## ANEXOS

## **ANEXO I**

### **FOTOS DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MEDIÇÃO**



**Ponto A**



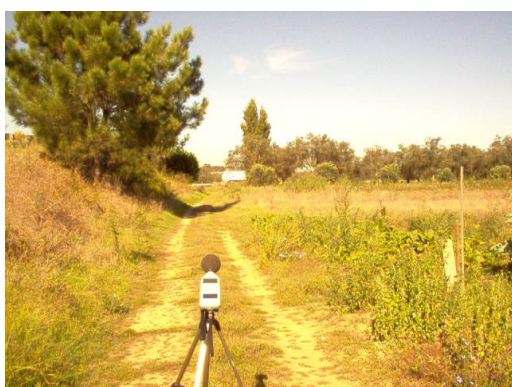
**Ponto E**



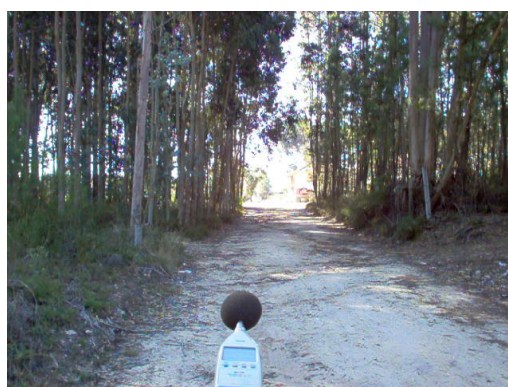
**Ponto F**



**Ponto H**



**Ponto M**

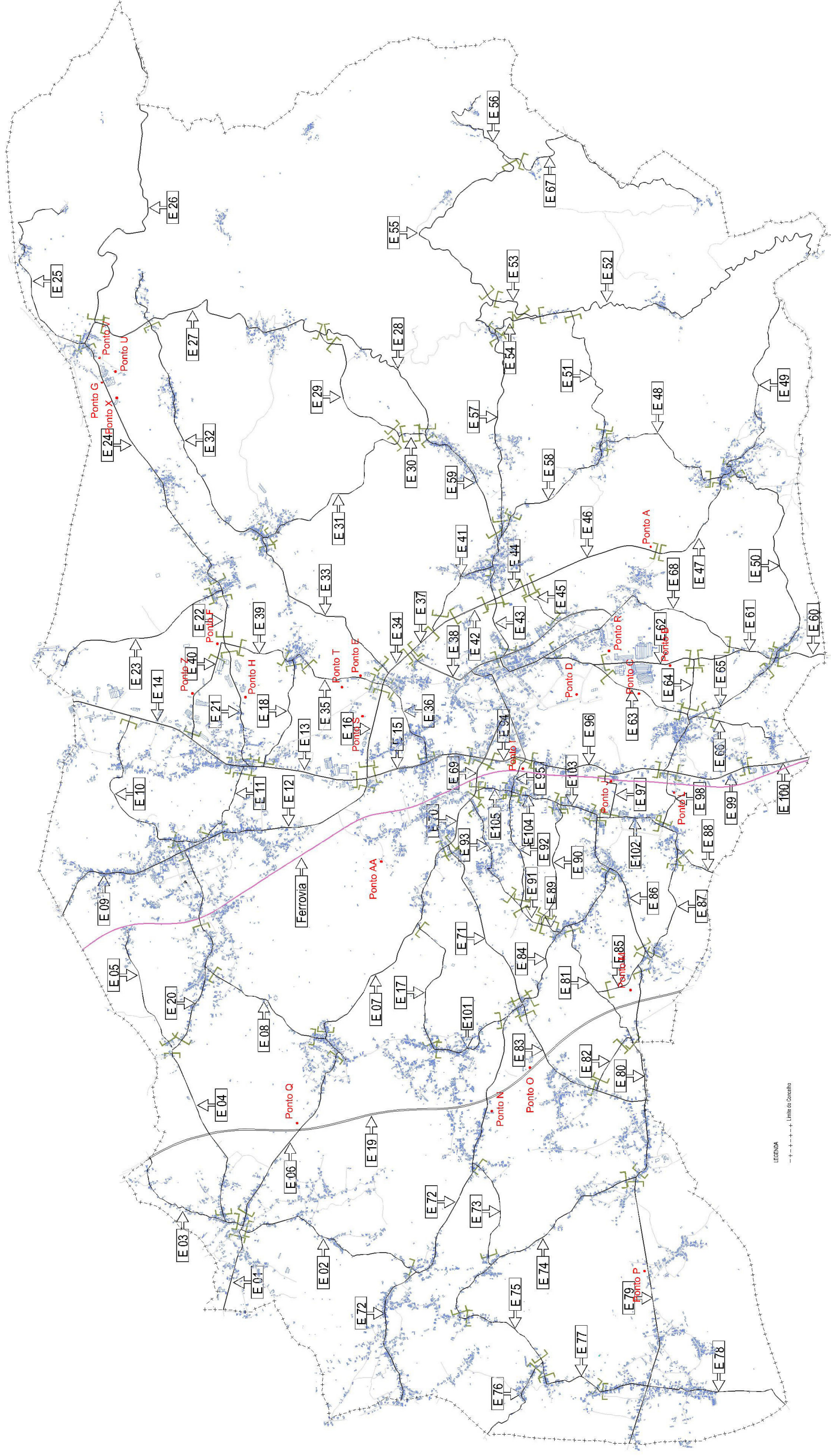


**Ponto P**

## **ANEXO II**

### **IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES SONORAS MODELADAS E PONTOS DE VALIDAÇÃO**





LEGENDA  
- - - - - Limite do Ruído