

CÂMARA MUNICIPAL DE PENEDONO

# ADAPTAÇÃO DO MAPA DE RUÍDO DO CONCELHO DE PENEDONO AOS NOVOS INDICADORES DE RUÍDO

MEMÓRIA DESCRITIVA

Nº DO CONTRATO: APM 3302

Nº DO DOCUMENTO: 01.ME-I.001(1)

FICHEIRO: 330201MEI0011.DOC

DATA: 2009-09-25



REGISTO DAS ALTERAÇÕES		
Nº Ordem	Data	Designação

O COORDENADOR TÉCNICO: *Peratendes*

## Índice do documento

1	INTRODUÇÃO E OBJECTIVO .....	5
2	ENQUADRAMENTO LEGAL .....	7
3	DESCRIÇÃO DOS EQUIPAMENTOS UTILIZADOS .....	11
3.1	Sonómetro .....	11
3.2	Software de previsão de níveis sonoros .....	11
4	ACTIVIDADES PRÉVIAS À MODELAÇÃO DE RUÍDO .....	13
4.1	Adaptação dos dados de entrada do software .....	13
4.1.1	Considerações gerais .....	13
4.1.2	Tráfego rodoviário .....	14
4.1.3	Fontes fixas (indústrias) .....	14
4.2	Caracterização de novas fontes de ruído .....	15
5	MODELAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE EXTERIOR .....	19
5.1	Considerações gerais .....	19
5.2	Tráfego rodoviário .....	19
5.2.1	Considerações gerais .....	19
5.2.2	Método de cálculo <i>NMPB-Routes-96</i> .....	20
5.2.3	Caracterização do tráfego rodoviário .....	21
5.3	Ruído industrial .....	21
5.3.1	Método de cálculo <i>ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors</i> .....	21
5.3.2	Indústrias existentes .....	22
5.3.3	Indústrias novas .....	22
5.4	Características do cálculo .....	22
6	APRESENTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO .....	23
7	CONCLUSÕES .....	24
8	BIBLIOGRAFIA .....	25

## ANEXO I – FIGURAS



# 1 Introdução e objectivo

Os Mapas de Ruído podem e devem ser entendidos, de uma forma geral, como uma ferramenta estratégica de apoio, análise e planeamento, já que, através da sua observação, permitem a:

- Identificação das fontes de ruído predominantes;
- Identificação de áreas cujos níveis de ruído ambiente exterior ultrapassam os limites regulamentados e que, por esse motivo, devem ser alvo de planos de redução de ruído;
- Identificação de áreas que não devem ser utilizadas para construção de novos edifícios onde sejam desenvolvidas actividades com sensibilidade ao ruído;
- Articulação com instrumentos de ordenamento do território, servindo assim de apoio ao exercício das diversas competências camarárias em matéria de ordenamento do território e licenciamento.

Os Mapas de Ruído permitem quantificar os níveis de ruído ambiente exterior existentes na área em estudo, possibilitando a identificação de áreas que, pela sua qualidade acústica, poderão condicionar alguns usos (por exemplo, a construção de novos edifícios de habitação, ou a utilização de espaços para lazer e recreio). Os Mapas de Ruído fornecem as grandes linhas de orientação relativas às zonas a preservar e/ou a corrigir, do ponto de vista acústico.

Os Mapas de Ruído, elaborados a uma escala concelhia, têm como mais valia permitir obter uma visão global do território (em termos das suas características acústicas), auxiliando decisões estratégicas de gestão do espaço. No entanto, face à escala a que são produzidos, à informação de base subjacente, à sua realização e ao pormenor com que são elaborados, não têm como intuito, nem deverão ser utilizados em actividades de licenciamento de edificações.

O novo quadro legal relativo a ruído ambiente exterior consiste no Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova o novo Regulamento Geral de Ruído (adiante designado por RGR), em vigor desde 1 de Fevereiro de 2007 (alterado por o Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto), e no Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que 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.

O novo RGR estabelece que a política de ordenamento do território e urbanismo deve assegurar a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas.

O presente documento constitui assim a Memória Descritiva da adaptação dos Mapas de Ruído do Concelho de Penedono aos novos indicadores de ruído estabelecidos no novo RGR – diurno-entardecer-nocturno ( $L_{den}$ ) e nocturno ( $L_n$ ), dando-se assim cumprimento aos requisitos do Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro.

Esta adaptação foi realizada fundamentalmente com base na informação recolhida e tratada aquando da elaboração dos Mapas de Ruído reportados aos anteriores indicadores (elaborados ao abrigo do Decreto-Lei n.º 292/200, de 14 de Novembro). Contudo, aproveitando o trabalho de actualização, foram incluídas duas novas fontes de ruído, uma pedreira e uma fábrica de transformação de granitos, tendo sido realizadas medições de ruído para caracterização das mesmas. Conforme será explicitado seguidamente, as restantes fontes de ruído existentes no concelho (vias de tráfego) mantiveram-se inalteradas.

Neste contexto, no presente documento são apresentadas as actividades desenvolvidas no processo de adaptação dos novos Mapas de Ruído, para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , encontrando-se contemplados os seguintes aspectos: a apresentação das adaptações necessárias e dos pressupostos assumidos na elaboração dos novos Mapas de Ruído, as metodologias utilizadas, os resultados e as conclusões obtidas.

Por último, importa salientar que para a obtenção dos novos Mapas de Ruído, em termos dos novos indicadores de ruído ambiente exterior, foi consultado o documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, Março de 2007, do ex-Instituto do Ambiente (IA), actual Agência Portuguesa do Ambiente (APA), e foram seguidas todas as adaptações necessárias (como por exemplo, nova simulação para uma altura acima do solo de 4 m e redistribuição dos fluxos de tráfego rodoviário nos novos três períodos de referência – diurno, entardecer e nocturno). Salienta-se, ainda, que neste documento é referido o seguinte: *“Para efeitos de adaptação dos mapas existentes, considera-se dispensável a realização de medições acústicas para validação dos resultados assim obtidos”*.

## 2 Enquadramento legal

A caracterização dos níveis de ruído ambiente exterior existentes no Concelho de Penedono foi efectuada tendo como referência o Regulamento Geral do Ruído (RGR), aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, em vigor desde 1 de Fevereiro de 2007 (alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto). O novo RGR revoga o Regime Legal sobre Poluição Sonora (RLPS) aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro (alterado pelos Decretos-Leis n.ºs 76/2002, de 26 de Março, 259/2002, de 23 de Novembro e 293/2003, de 19 de Novembro).

O actual RGR resulta da transposição da Directiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento e Conselho Europeu, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente (transposta pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho), que tornou imprescindível proceder a algumas adaptações de modo a compatibilizá-lo com as normas agora aprovadas, em particular a adopção de indicadores de ruído ambiente harmonizados.

Este documento legal estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição sonora, tendo em vista a salvaguarda da saúde e bem-estar das populações. Os princípios consagrados neste documento legal definem um quadro regulador da poluição sonora com ênfase na prevenção, que se consubstancia na incorporação do ruído no ordenamento do território e no estabelecimento de um conjunto de requisitos diversos à instalação e exercício de actividades ruidosas. Neste sentido, o que se pretende é a integração do agente ambiental ruído na tomada de decisões por forma a evitar a coexistência de usos conflituosos e prevenir a exposição das populações a um perigo ambiental<sup>1</sup> que, nos últimos anos, tem demonstrado ser um dos principais factores de incómodo da população, no que diz respeito ao perigos do ambiente físico.

De acordo com o artigo 3.º, do Capítulo I – Disposições gerais – do novo RGR:

A alínea i) define indicador de ruído como o parâmetro físico-matemático para a descrição do ruído ambiente que tenha uma relação com um efeito prejudicial na saúde ou no bem-estar humano.

A alínea j) define como indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno ( $L_{den}$ ) o indicador de ruído, expresso em dB (A), associado ao incómodo global, dado pela expressão:

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

---

<sup>1</sup> Perigo ambiental – factor ou agente ambiental com potencial para afectar adversamente a saúde humana.

A alínea l) define como 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.

A alínea m) define como indicador de ruído do 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.

A alínea n) define como 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.

A alínea p) define como período de referência o intervalo de tempo a que se refere um indicador de ruído, de modo a abranger as actividades humanas típicas. Os 3 (três) períodos de referência encontram-se delimitados do seguinte modo: período diurno (7h00-20h00), período do entardecer (20h00-23h00) e período nocturno (23h00-7h00).

A alínea s) define como 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.

A alínea t) define como ruído particular a componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora.

A alínea u) define como ruído residual o ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma situação determinada.

A alínea v) define como 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.

A alínea x) define como 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.



A alínea z) define como zona urbana consolidada a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Segundo o n.º 1, do artigo 11.º, do Capítulo III – Regulação da produção de ruído – do novo RGR, em função da classificação de uma zona como mista ou sensível deverão ser respeitados os seguintes valores limite de exposição:

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

Todavia, de acordo com o referido diploma, 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 (n.º 2, do artigo 6.º, do Capítulo II – Planeamento municipal). A classificação de zonas sensíveis e de zonas mistas deverá ser realizada na elaboração de novos planos municipais de ordenamento do território em vigor (n.º 3, do artigo 6.º, do Capítulo II – Planeamento municipal). 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 (n.º 4, do artigo 6.º, do Capítulo II – Planeamento municipal). Compete, assim, aos municípios promover a elaboração/revisão de Mapas de Ruído, para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos PDM's, de forma a assegurarem a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas.

O n.º 3, do artigo 11, do Capítulo III – Regulação da produção de ruído – do novo RGR, refere ainda que até à classificação das zonas sensíveis e mistas a que se referem os n.ºs 2 e 3 do artigo 6.º, para efeitos de verificação do valor limite de exposição, aplicam-se aos receptores sensíveis os valores limite de  $L_{den}$  igual ou inferior a 63 dB(A) e  $L_n$  igual ou inferior a 53 dB(A).

As zonas sensíveis ou mistas nas quais se verificarem níveis de ruído ambiente exterior que excedam os valores limites fixados no artigo 11.º devem ser objecto de Planos de Redução de Ruído, cuja elaboração é também da competência dos municípios.

Os Mapas de Ruído consistem na representação gráfica da distribuição dos níveis de ruído ambiente exterior numa determinada área, de acordo com classes pré-definidas, expressas em dB(A), em função das fontes de ruído existentes, permitindo a apreciação global e expedita do ambiente acústico nessa área. Neste sentido, estes mapas assumem um papel de particular interesse nas acções de planeamento territorial, possibilitando adequar as propostas de desenvolvimento urbano com as condicionantes de utilização do solo, decorrentes do ambiente sonoro existente.

## 3 Descrição dos equipamentos utilizados

### 3.1 Sonómetro

Para a realização das medições de ruído ambiente foi utilizado um analisador de ruído Brüel & Kjær 2260, devidamente calibrado, constituído pelos seguintes elementos: plataforma 2260, *software* de análise sonora BZ 7210, amplificador de entrada ZC 0026 e microfone 4189.

A calibração do equipamento utilizado nas medições dos Mapas de Ruído anteriormente produzidos foi efectuada pelo Laboratório de Metrologia do Instituto de Soldadura e Qualidade, em 10 de Agosto de 2005, estando este, à data da realização das medições, em conformidade com a Norma Internacional IEC 60804 para a classe de exactidão 1.

Para a realização das medições necessárias para actualização dos referidos mapas, a calibração do equipamento foi novamente efectuada pelo Laboratório de Metrologia do Instituto de Soldadura e Qualidade, em 22 de Setembro de 2008, de acordo com a Norma Internacional IEC 60804 para a classe de exactidão 1.

Foi utilizado ainda um *software* transferência dos dados do sonómetro para suporte informático – Noise Explorer 7815 da Brüel & Kjær – que permitiu, após a realização de medições, transferir os resultados obtidos, guardá-los, visualizá-los e processá-los num PC.

### 3.2 *Software* de previsão de níveis sonoros

Na modelação de ruído, o *software* Cadna A incorpora a configuração do terreno com todas as componentes que potenciam a emissão do som (fontes de ruído), bem como os obstáculos à sua propagação (como sejam edifícios de diferentes tipologias).

O indicador de ruído utilizado na elaboração destes mapas foi o nível sonoro contínuo equivalente, apresentado na escala de ponderação A – LAeq.

O resultado final da modelação de ruído foi apresentado sob a forma de Mapas de Ruído, contendo zonas de ruído estabelecidas de acordo com classes, definidas pela NP 1730:1996<sup>2</sup>.

---

<sup>2</sup> Acústica – Descrição e Medição do Ruído Ambiente, Outubro de 1996. Parte 2 – Recolha de Dados Relevantes para o Uso do Solo.

## 4 Actividades prévias à modelação de ruído

A elaboração dos Mapas de Ruído, para os indicadores de ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ , envolveu as seguintes etapas:

- 1 Adaptação dos dados de entrada do software, tendo em conta as fontes de ruído existentes, de acordo com as orientações da APA
- 2 Caracterização de novas fontes de ruído
- 3 Elaboração dos Mapas de Ruído propriamente ditos, para os novos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ .

A primeira e segunda etapas encontram-se explicitadas no ponto seguinte.

O processo de elaboração dos novos Mapas de Ruído, para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , está descrito no Capítulo 5, onde se encontram as orientações metodológicas aplicadas na elaboração dos Mapas de Ruído.

### 4.1 Adaptação dos dados de entrada do software

#### 4.1.1 Considerações gerais

Para a obtenção dos novos Mapas de Ruído do Concelho de Penedono, em termos dos novos indicadores de ruído, foi extrapolada a informação que esteve na base da elaboração dos mapas reportados aos anteriores indicadores, segundo os critérios definidos pelo ex-IA, actual APA, no documento “Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, Março de 2007. Deste modo, a Câmara Municipal de Penedono dá resposta aos requisitos expressos no novo RGR.

Assim, de acordo com o documento acima referido, considera-se aceitável que o mapa relativo ao indicador  $L_n$  seja idêntico ao mapa relativo a LAeq (22-7h) caso este tenha sido calculado a uma altura acima do solo de 4 m; caso essa altura tenha sido de 1,5 m, deverá ser efectuada nova simulação para 4 m, de resto em tudo idêntica à primeira.

Relativamente à obtenção do mapa para o indicador  $L_{den}$ , as adaptações necessárias prendem-se com:

- Tráfego rodoviário – redistribuição dos fluxos de tráfego, nos três novos períodos de referência;
- Fontes fixas (indústrias) – utilização de fórmulas de cálculo (à frente apresentada).

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

#### 4.1.2 Tráfego rodoviário

Para obter os novos Mapas de Ruído do Concelho de Penedono, resultantes dos níveis de ruído ambiente exterior gerados pelo tráfego rodoviário, foi necessário fazer uma redistribuição dos fluxos de tráfego, nos novos três períodos de referência, através da utilização das seguintes fórmulas:

$$TMH_{07:00-20:00} = TMH_{07:00-22:00}$$

$$TMH_{20:00-23:00} = \frac{(2 \times TMH_{07:00-22:00} + 1 \times TMH_{22:00-07:00})}{3}$$

$$TMH_{23:00-07:00} = TMH_{22:00-07:00}$$

onde, TMH – Tráfego médio horário.

#### 4.1.3 Fontes fixas (indústrias)

No caso de fontes fixas (indústrias) com laboração durante 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 (7:00-22:00) e nocturno (22:00-7:00), o documento do ex-IA, recomenda a utilização das seguintes fórmulas:

$$LW_{(07:00-20:00)} = LW_{(07:00-22:00)}$$

$$LW_{(20:00-23:00)} = 10 \log \left( \frac{2 \times 10^{\frac{Lw(07:00-22:00)}{10}} + 1 \times 10^{\frac{Lw(22:00-07:00)}{10}}}{3} \right)$$

$$LW_{(23:00-07:00)} = LW_{(22:00-07:00)}$$

onde,  $L_w$  – Nível de potência sonora.

A pedra considerada nos mapas de ruído anteriores, doravante chamada de Pedreira 1, só labora durante o período diurno, considerou-se por esse motivo o seguinte:

$$LW_{(07:00-20:00)} = LW_{(07:00-22:00)}$$

$$LW_{(20:00-23:00)} = 0$$

$$LW_{(23:00-07:00)} = 0$$

## 4.2 Caracterização de novas fontes de ruído

Conforme referido anteriormente, o trabalho de actualização contemplou a inclusão de duas novas fontes de ruído - uma fábrica de transformação de granitos e uma outra pedreira (Pedreira 2), localizada na proximidade da que foi considerada nos mapas de ruído anteriores (Pedreira 1).

Para caracterização destas novas fontes de ruído, foram realizadas medições de ruído, em dois dias distintos, nas seguintes condições:

- Escolha de um ponto de medição, na envolvente próxima das indústrias, e com o mínimo de interferência de outras fontes de ruído, nomeadamente vias de tráfego;
- Medições durante o período de laboração das indústrias (período diurno).

Para a realização das medições de ruído ambiente, tal como referido anteriormente, foi utilizado um analisador de ruído, marca Bruel & Kjaer, modelo 2260, n.º de série 2335756, ao qual corresponde o Boletim de Ensaio de Verificação n.º 245.70/08.575, que teve por base os documentos de referência Norma OIML R 88, IEC 60804 e IEC 60651, tendo o Laboratório de Metrologia do ISQ – Instituto de Soldadura e Qualidade atestado a sua conformidade com os valores regulamentares, no dia 22 de Setembro de 2008.

As medições de ruído ambiente foram efectuadas na vigência do período diurno (7h00-20h00), uma vez que esse é o período no qual se encontra inserido o período de laboração das indústrias em causa.

As medições foram realizadas com o sonómetro montado a uma altura de 1,5 m do solo e afastado, sempre que possível, a 3,5 m de qualquer estrutura reflectora (alínea a), do n.º 4, do Artigo 11.º, do Capítulo III – Regulação da produção de ruído). Foi ainda utilizado um protector de vento de modo a evitar sinais espúrios de baixa frequência. O parâmetro de referência medido para a caracterização do ruído ambiente foi o nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado A, LAeq.

Procedeu-se à verificação do estado de calibração do analisador, em campo, no início e no final de cada série de medições, não se tendo registado desvios das posições de calibração.

Para determinar o contributo das diferentes fontes de ruído dentro de cada unidade industrial, foram efectuadas medições acústicas no perímetro envolvente com tempos de amostragem de 15 minutos cada, ou até estabilização do sinal.

No sentido de se obter um valor representativo do ruído ambiente exterior, com base nas medições de ruído realizadas (para cada um dos períodos diurno, do entardecer e nocturno), foi efectuado o cálculo da média logarítmica das várias medições, de acordo com a seguinte expressão:

$$LA_{eq, T} = 10 \times \log \left[ \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n 10^{\frac{(LA_{eq,t})_i}{10}} \right]$$

onde,

$LA_{eq, T}$ , é o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado A,

$n$ , é o número de medições,

$(LA_{eq,t})_i$ , é o valor do nível sonoro correspondente à medição  $i$ .


Nos Quadros seguintes, apresentam-se os resultados dos ensaios efectuados.



**Quadro 4.1** – Compilação dos dados recolhidos durante os trabalhos de campo junto à fábrica de transformação de granitos

Fábrica de Transformação de Granitos				
Foto de ensaio efectuado				
		Diurno		
Período de referência		Diurno		
Dia de medição		22-06-09	23-06-09	
Medição (n.º)		1	2	3
Período de medição (hora:min)	Início	18:05	18:30	15:25
	Fim	18:20	18:45	15:40
LAeq [dB(A)]		<b>62,3</b>	<b>64,5</b>	<b>66,0</b>
Altura (m)		1,50		

**Quadro 4.2** – Compilação dos dados recolhidos durante os trabalhos de campo junto à Pedreira 2

Pedreira 2			
Foto de ensaio efectuado			
		Diurno	
Período de referência		Diurno	
Dia de medição		23-06-09	24-06-09
Medição (n.º)		1	2
Período de medição (hora:min)	Início	11:25	11:30
	Fim	11:40	11:45
LAeq [dB(A)]		<b>61,9</b>	<b>56,1</b>
Altura (m)		1,50	

**Nota:** A discrepância registada entre os diferentes ensaios realizados deveu-se fundamentalmente a questões relacionadas com o vento, tráfego numa estrada nas proximidades e a actividade laboral, com a presença de viaturas pesadas associadas à pedreira a influenciar decisivamente os registos. Para além dos valores apresentados no quadro, foram realizados outros ensaios, tendo esses sido considerados como desprezáveis devido ao grande desfasamento em relação às restantes medições.

## 5 Modelação dos níveis de ruído ambiente exterior

### 5.1 Considerações gerais

Tal como atrás referido, os Mapas de Ruído agora elaborados foram baseados nos dados de entrada recolhidos para a elaboração dos anteriores Mapas de Ruído (reportados ao ano 2006), para as fontes de ruído existentes nessa data, e em novos dados de entrada, para as novas fontes de ruído consideradas (neste caso uma fábrica de transformação de granitos e uma pedreira).

Uma vez que ainda não estão definidos métodos de cálculo nacionais para a elaboração dos Mapas de Ruído, para os novos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , os métodos utilizados seguiram as recomendações que a Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2002/49/CE<sup>3</sup> estabelece para os diversos tipos de fontes de ruído. Deste modo, o *software* utilizado permitiu elaborar os Mapas de Ruído (para os indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ ) que resultaram da contribuição das fontes de ruído relevantes existentes no Concelho de Penedono.

Na modelação do ruído ambiente exterior da área em estudo foram tidas em consideração as seguintes circunstâncias que condicionam a propagação do ruído:

- Topografia do terreno.
- Características meteorológicas favoráveis à propagação do ruído.
- Obstáculos físicos à propagação do ruído (edificado).

### 5.2 Tráfego rodoviário

#### 5.2.1 Considerações gerais

Segundo o documento “Técnicas de Prevenção e Controlo de Ruído” elaborado pelo IA, em Outubro de 2002, os factores mais importantes para a produção de ruído rodoviário são o motor (incluindo a transmissão) e a interacção pneu/estrada (circulação). O ruído proveniente da interacção pneu/estrada está directamente relacionado com a velocidade, aumentando aproximadamente 12 dB com o duplicar da mesma, enquanto o ruído proveniente do motor é pouco influenciado.

---

<sup>3</sup> Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho 2002/49/CE, de 25 de Junho – Relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Para baixas velocidades (<30 km/h, no caso de veículos ligeiros e <40 km/h, no caso de veículos pesados), o ruído total tem origem predominantemente no funcionamento do motor, enquanto para velocidades mais elevadas (>50 km/h para veículos ligeiros e >70 km/h para veículos pesados), a fonte dominante é a circulação.

Devido ao intervalo de velocidades existente no interior dos aglomerados urbanos, ocorrem as duas situações acima referidas. Fora de cidades, onde a velocidade é geralmente mais homogénea e superior, predomina a segunda situação descrita.

## 5.2.2 Método de cálculo *NMPB-Routes-96*

Portugal ainda não dispõe de um método nacional de avaliação de ruído proveniente de estradas, pelo que, segundo a Directiva 2002/49/CE, deverá ser adoptado, para ruído de tráfego rodoviário, o método de cálculo francês *NMPB – Routes 96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB)*<sup>4</sup>. No que se refere aos dados de entrada relativos à emissão, estes documentos remetem para o *Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prévision des niveaux sonores, CETUR 1980*.

A modelação da emissão e da propagação de ruído gerado a partir de cada um dos eixos rodoviários existentes no Concelho de Penedono, por recurso ao método *NMPB – Routes 96*, foi conseguida a partir dos seguintes dados de entrada:

### Condições de tráfego<sup>5</sup>

- Volume de tráfego por tipo de veículo (ligeiro e pesado).
- Percentagem de veículos pesados (face à totalidade de veículos em circulação).
- Velocidade média de circulação por tipo de veículo (ligeiro e pesado).
- Tipo de condução (fluida / em aceleração / em desaceleração / por impulsos indiferenciados).

### Geometria da rodovia / pavimento

- Perfis longitudinal e transversal.
- Largura e inclinação da via / número de faixas de rodagem em cada sentido.
- Tipo de pavimento da via (camada de desgaste).

A cartografia que serviu de base à elaboração dos mapas de ruído anteriores continha informação sobre a largura das estradas existentes na área de estudo.

<sup>4</sup> NMPB – ROUTES 96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB) – Publicado em “Arrêté du 5 Mai 1995 relatif au bruit des infrastructures routières, Journal Officiel du 10 MAI 1995, Article 6” e na Norma Francesa “XPS 31-133”.

<sup>5</sup> Nota: A potência sonora de cada uma das estradas é directamente dependente das condições do tráfego.

### 5.2.3 Caracterização do tráfego rodoviário

A adaptação dos Mapas de Ruído do Concelho de Penedono contemplou as vias existentes, à data dos mapas anteriormente apresentados, e a redistribuição do tráfego segundo as orientações da APA.

No quadro seguinte são apresentados os valores de tráfego rodoviário considerado para o cálculo dos Mapas de Ruído produzidos.

**Quadro 5.1 – Características do tráfego rodoviário**

Ponto	Fluxo médio horário estimado de tráfego – TMH* (veículos/hora)					
	Período diurno		Período do entardecer		Período nocturno	
	Veículos	%Pesados	Veículos	%Pesados	Veículos	%Pesados
P01	92	6,5	73	5,3	34	2,9
P02	64	7,8	49	5,2	18	0
P03	39	5,1	27	3,4	4	0
P04	11	0	8	0	2	0
P05	30	10	20	6,7	1	0
P06	51	3,9	40	4,5	18	5,6
P07	13	0	9	0	1	0
P08	22	3,6	16	2,4	3	0
P09	0	0	1	0	3	0
P10	45	0	30	0	1	0
P11	8	0	5	0	0	0

\* Valor proveniente do cálculo do TMH de acordo com a expressão apresentada no ponto 4.1.2.

## 5.3 Ruído industrial

### 5.3.1 Método de cálculo *ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors*

À semelhança do que se verifica na modelação do ruído rodoviário, Portugal ainda não dispõe de um método nacional de avaliação de ruído proveniente da indústria, pelo que, segundo a Directiva 2002/49/CE, deverá ser adoptado o método de cálculo *ISO 9613-2: Acoustics – Attenuation of sound propagation outdoors, Part 2; General method of calculation*.

### 5.3.2 Indústrias existentes

Relativamente às fontes fixas existentes à data de elaboração dos mapas anteriormente apresentados, estas resume-se a uma pedreira, localizada na freguesia de Castainço.

A adaptação dos Mapas de Ruído do Concelho de Penedono contemplou, no que se refere a essa fonte de ruído, a utilização da fórmula de cálculo apresentada no ponto 4.1.3, seguindo as orientações da APA.

### 5.3.3 Indústrias novas

A partir dos resultados das medições acústicas, determinou-se a potência sonora associada às novas unidades industriais, necessária para cálculos dos níveis de ruído na área envolvente da mesma.

Os dados de entrada inseridos no *software* para a modelação do ruído industrial proveniente da nova instalação foram, então, os seguintes:

- Dimensão e posicionamento da indústria.
- Potência sonora que originou os níveis de ruído ambiente exterior medidos durante o trabalho de campo.

## 5.4 Características do cálculo

Tendo em consideração que o objectivo deste trabalho consiste na elaboração de Mapas de Ruído, à escala concelhia, os Mapas de Ruído, para os novos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , foram concebidos a partir de uma malha de cálculo de 15m x 15m e a uma cota de 4,0 m e nos cálculos, foi utilizada 1 reflexão na emissão de ruído. A escala a que os Mapas de Ruído foram apresentados foi 1:25 000, de modo a permitir a sua articulação com os instrumentos de ordenamento do território.

## 6 Apresentação dos Mapas de Ruído

Os Mapas de Ruído, para os novos indicadores de ruído  $L_n$  e  $L_{den}$ , são apresentados, respectivamente, nas Figuras 1 e 2, em anexo, à escala 1:25 000.

Da visualização dos Mapas de Ruído verifica-se que os níveis de ruído ambiente exterior registados para o indicador  $L_{den}$  são superiores aos níveis de ruído ambiente exterior registados para o indicador  $L_n$ . Esta situação seria, desde logo, expectável, já que os eixos rodoviários são mais utilizados durante o dia, face à utilização que ocorre durante a noite.

Através da análise dos Mapas de Ruído, verifica-se ainda que, para o indicador  $L_{den}$ , apesar da grande maioria da área do concelho apresentar níveis de ruído ambiente exterior que cumprem o valor regulamentar estabelecido para zonas sensíveis, existem áreas onde os níveis de ruído ambiente exterior são mais elevados. De facto, identificam-se situações pontuais, que ocorrem para o indicador  $L_{den}$ , em que não é cumprido o limite de LAeq definido para zonas mistas (e, consequentemente, para zonas sensíveis - tal como são definidas no n.º 1, do art.º 11 do novo RGR). Nestas circunstâncias encontram-se as áreas imediatamente adjacentes à Pedreira 2, na freguesia de Penela da Beira, assim como aos principais eixos rodoviários existentes no Concelho de Penedono.

Junto da fábrica de transformação de granitos e da Pedreira 1, constata-se que, para o indicador  $L_{den}$ , é cumprido o limite de LAeq estabelecido para zonas mistas.

Para o indicador  $L_n$ , verifica-se o cumprimento do valor estabelecido para zonas sensíveis junto das diferentes fontes industriais identificadas, situação que não é alheia ao facto do seu período laboral ser diurno, enquanto os valores registados na proximidade dos principais eixos viários do concelho ultrapassam ligeiramente o valor estabelecido para zonas mistas.

## 7 Conclusões

O concelho de Penedono apresenta actualmente uma ocupação onde predominam os espaços naturais, encontrando-se os aglomerados distribuídos de forma dispersa na sua área geográfica.

As unidades industriais identificadas e potencialmente geradoras de ruído significativo, foram duas pedreiras, nas freguesias de Castainço e Penela da Beira, e uma fábrica de transformação de granitos, na freguesia de Penedono.

Na envolvente próxima das referidas unidades industriais, somente na Pedreira 2 foram registados valores de  $L_{den}$  que ultrapassam o limite de  $L_{Aeq}$  legislado para zonas mistas. No entanto, os resultados da modelação correspondem a uma situação mais desfavorável do que efectivamente existe, uma vez que, é provável que existam discrepâncias entre o levantamento topográfico disponível e a situação actual, sendo esta claramente menos favorável à dispersão de ruído gerado pela pedreira. Na Pedreira 1 e fábrica de transformação de granitos, os valores registados cumprem o legislado para zonas mistas.

Para o indicador  $L_n$ , verificaram-se valores junto das diferentes fontes industriais que cumprem o estabelecido para zonas sensíveis.

No que diz respeito aos principais eixos rodoviários, verifica-se incumprimento do valor definido para zonas mistas, relativamente ao indicador  $L_{den}$ , em algumas áreas localizadas na sua envolvente próxima.

Situação idêntica acontece para o indicador  $L_n$ , com o valor legislado para zonas mistas a ser ligeiramente ultrapassado na envolvente próxima dos principais eixos rodoviários.

Na restante área do concelho, fundamentalmente em zonas afastadas dos aglomerados urbanos, os valores registados são baixos, cumprindo o valor legislado para zonas sensíveis.



## 8 Bibliografia

Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (alterado por o Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto).

Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de Julho.

Norma Portuguesa NP 1730:1996 “Acústica – Descrição e Medição do Ruído Ambiente”.

“Elaboração de Mapas de Ruído – Princípios Orientadores”, DGA / DGOTDU, Outubro de 2001.

“Procedimentos Específicos de Medição de Ruído Ambiente”, Instituto do Ambiente, Abril de 2003.

“Projecto-Piloto de Demonstração de Mapas de Ruído – Escalas Municipais e Urbanas”, Instituto do Ambiente, Maio de 2004.

Manual de utilizador do *software* de previsão de níveis sonoros Cadna A – Mapeamento de Ruído.

“Acústica Ambiental e Mapas de Ruído – Aplicação Prática ao Ordenamento do Território e à Gestão Ambiental – Parte 1 – Técnicas de Medição, Modelação e Controlo de Ruído Ambiente”, Absorsor, Outubro de 2003.

“Módulo 4 – Ruído, Legislação e Controlo”, Curso de Gestão Ambiental e Auditorias Ambientais em Empresas Industriais, Instituto Superior de Ciências da Saúde – Sul, 2001.

“Recomendações para a Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros”, Instituto do Ambiente, Setembro de 2001.

“Técnicas de Prevenção e Controlo de Ruído”, Instituto do Ambiente, Outubro de 2002.

“Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído”, Instituto do Ambiente, Março de 2007.



CÂMARA MUNICIPAL DE PENEDONO

ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO  
DO CONCELHO DE PENEDONO AOS NOVOS  
INDICADORES DE RUÍDO

MEMÓRIA DESCRITIVA

SETEMBRO 2009

*Trabalho elaborado por HIDROPROJECTO, Engenharia e Gestão, S.A., cujo Sistema de Gestão da Qualidade está certificado pela APCER, com o n.º 1998/CEP.777*



CÂMARA MUNICIPAL DE PENEDONO

ADAPTAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO DO  
CONCELHO DE PENEDONO AOS NOVOS  
INDICADORES DE RUÍDO

MEMÓRIA DESCRITIVA

SETEMBRO 2009





**HIDROPROJECTO**  
ENGENHARIA E GESTÃO, S.A.

FIGURAS





## Lista de figuras

Figura 1 (Rev 0) – Mapa de Ruído da situação actual para o indicador  $L_n$

Figura 2 (Rev 0) – Mapa de Ruído da situação actual para o indicador  $L_{den}$