

## PLANO DE PORMENOR DO ESPAÇO DE REESTRUTURAÇÃO URBANÍSTICA DE CARCAVELOS SUL

**AMBIENTE SONORO**

**MAPAS DE RUÍDO**



**ABRIL 2014**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVO.....</b>	<b>2</b>
<b>2. ENQUADRAMENTO LEGAL .....</b>	<b>3</b>
<b>3. DIRECTRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO.....</b>	<b>7</b>
<b>4. METODOLOGIA ADOPTADA.....</b>	<b>8</b>
<b>5. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DO P.P.E.R.U.C.S.....</b>	<b>10</b>
5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES RUIDOSAS EM PRESENÇA.....	10
5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES RUIDOSAS .....	10
5.3. TRATAMENTO DE DADOS .....	12
<b>6. SIMULAÇÃO DA PROPAGAÇÃO SONORA.....</b>	<b>13</b>
6.1. GENERALIDADES .....	13
6.2. PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADO .....	13
6.3. ELABORAÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO DOS MODELOS DE CÁLCULO.....	14
<b>7. INTERPRETAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO OBTIDOS .....</b>	<b>18</b>
7.1. SITUAÇÃO ACTUAL (ANO 2008).....	18
7.2. SITUAÇÃO FUTURA (ANO 2030) .....	18
<b>8. CRITÉRIOS DE PLANEAMENTO TERRITORIAL.....</b>	<b>20</b>
<b>9. MEDIDAS PARA MINIMIZAÇÃO DO RUÍDO.....</b>	<b>22</b>
<b>10. NOTA CONCLUSIVA.....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXO I: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>25</b>
<b>ANEXO II: MAPAS DE RUÍDO .....</b>	<b>26</b>
<b>ANEXO III: MAPAS DE CONFLITO.....</b>	<b>27</b>



**PLANO DE PORMENOR DO ESPAÇO DE REESTRUTURAÇÃO URBANÍSTICA DE  
CARCAVELOS SUL  
AMBIENTE SONORO  
- Mapas de Ruído -**

*Nos termos das disposições regulamentares em matéria de poluição sonora, a elaboração ou alteração dos planos de ordenamento do território deve ser enquadrada por mapas de ruído que caracterizem o ambiente acústico dos locais, visando a definição de soluções de organização do tecido urbano que evitem ou minimizem a ocorrência de situações de incomodidade das populações por ruído.*

***Assim, a presente versão, que se entende como final, decorre dos ajustamentos resultantes da ponderação das participações recebidas em sede de Discussão Pública, não tendo estas incorrido em alterações às conclusões anteriormente extraídas.***

**1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVO**

O Regulamento Geral do Ruído, aprovado pelo Dec.-Lei 9/2007, de 17 de Janeiro, estabelece que a política de ordenamento do território e urbanismo deve assegurar a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada das funções de habitação, trabalho e lazer.

A presente versão do estudo consiste na alteração da anterior versão, por forma a dar resposta à Revisão dos Termos de Referência do presente Plano, de Junho de 2011.

Assim, no âmbito da elaboração do Plano Pormenor do Espaço de Reestruturação Urbanística de Carcavelos Sul (P.P.E.R.U.C.S), em Carcavelos, importa avaliar a aptidão urbanística da área em termos de ambiente acústico, e a eventual necessidade de adoptar medidas preventivas ou minimizadoras da exposição das populações ao ruído.

De acordo com a regulamentação acima citada, a elaboração ou alteração dos planos de ordenamento do território deve apoiar-se em informação acústica adequada, podendo as câmaras municipais promover, para esse efeito, a elaboração de mapas de ruído.

A presente Memória Descritiva integra os mapas de ruído relativos à área em estudo para os anos 2008 e 2030, permitindo a apreciação do ambiente acústico exterior actual e previsto nas condições futuras, após a implementação do projecto.

## 2. ENQUADRAMENTO LEGAL

A regulamentação em vigor relativa ao ruído, aprovada pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, "Regulamento Geral do Ruído", estabelece o seguinte:

### Artigo 3.º Definições

Para efeitos do presente Regulamento, entende-se por:

(...)

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

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

$$L_{den} = 10 \times \log 1/24 [13 \times 10^{L_d/10} + 3 \times 10^{(L_e+5)/10} + 8 \times 10^{(L_n+10)/10}]$$

l) «Indicador de ruído diurno (Ld) ou (Lday)» 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 do entardecer (Le) ou (Levening)» 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 (Ln) ou (Lnight)» 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 Lden e Ln, traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A);

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

- i) Período diurno - das 7 às 20 horas;
- ii) Período do 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.

(...)



(...)

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.

Para além dos conceitos de caracterização, apresentados anteriormente, considera-se relevante o seguinte:

- Corredores de protecção acústica: áreas de protecção acústica a zonas "sensíveis e mistas", relativamente às fontes sonoras consideradas perturbadoras do ambiente acústico, que não sendo compatíveis com as definições de zona "mista ou sensível" do RGR, não devem suportar usos de tipos considerados sensíveis ao ruído.

#### 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.

(...)

### Artigo 11.º Valores Limite de Exposição

1. Em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem 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  $L_n$ ;
  - c) As zonas sensíveis em cuja proximidade exista em exploração, à data da entrada em vigor do presente Regulamento, uma grande infra-estrutura de transporte 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  $L_n$ ;
  - d) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura de transporte aéreo 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  $L_n$ ;
  - e) As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projectada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infra-estrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador  $L_{den}$ , e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador  $L_n$ .



2. Os receptores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, são equiparados, em função dos usos existentes na sua proximidade, a zonas sensíveis ou mistas, para efeitos de aplicação dos correspondentes valores limite fixados no presente artigo.

3. 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).

### 3. DIRECTRIZES PARA A ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO

O documento “*Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído*”, publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente em Dezembro de 2011, estabelece os aspectos técnicos a ter em conta na elaboração de mapas de ruído, definindo, em conjunto com a regulamentação em vigor, que estes devem ser elaborados para os indicadores  $L_{den}$  (associado à avaliação global dos três períodos de referência) e  $L_n$  (associado ao período nocturno), ponderando devidamente as normais variações dos níveis sonoros, quer ao longo do dia, quer para períodos de maior duração (por exemplo, variações sazonais).

A representação gráfica da distribuição dos níveis sonoros deve ser feita de acordo com as indicações constantes na norma portuguesa NP ISO 1996, e a escala não deve ser inferior a 1:25000 para articulação com Planos Directores Municipais, e a 1:5000 para articulação com Planos de Urbanização (P.U.) e Planos de Pormenor (P.P.).

A informação a incluir nos mapas de ruído deverá contemplar pelo menos:

- denominação da área abrangida e toponímia dos lugares principais;
- identificação dos tipos de fonte sonora considerada;
- métodos de cálculo utilizados;
- escala numérica e gráfica;
- ano a que reportam os resultados;
- indicador de ruído,  $L_{den}$  ou  $L_n$ ;
- legenda para a relação cores / padrões – classes de níveis sonoros;
- marcação das isófonas  $L_{den}= 63 \text{ dB(A)}$  e  $L_n= 53 \text{ dB(A)}$ ;
- diferenciação entre edifícios de uso sensível e não sensível.

Os mapas de ruído devem ser acompanhados de uma memória descritiva com a explicação das condições em que foram elaborados e dos pressupostos considerados.

Os mapas de ruído para articulação com o P.P.E.R.U.C.S, apresentados em anexo, foram elaborados seguindo os requisitos acima referidos.



#### 4. METODOLOGIA ADOPTADA

Os métodos utilizados actualmente para a obtenção de mapas de ruído baseiam-se em modelos de cálculo automático (informatizados) que permitem simular a propagação sonora a partir de fontes ruidosas.

Estes modelos de cálculo reproduzem, com o rigor adaptado à escala de trabalho, a orografia do terreno e os obstáculos à propagação sonora, normalmente através da digitalização da cartografia da zona em análise (curvas de nível, edificações existentes, etc.), bem como as fontes sonoras com interesse, que são objecto de caracterização adequada.

Face à variabilidade dos parâmetros que concorrem para os valores dos níveis sonoros apercebidos num determinado local (condições meteorológicas, variações horárias ou sazonais dos volumes de tráfego e das velocidades de circulação, estado de conservação do pavimento das vias de tráfego, alteração dos regimes de funcionamento de instalações fabris, etc.), que pode determinar alterações significativas destes níveis, os mapas de ruído devem traduzir tanto quanto possível níveis sonoros médios anuais, correspondentes a condições típicas de exploração/funcionamento das fontes ruidosas.

Tendo em conta o exposto, a metodologia adoptada para a elaboração dos mapas de ruído em título consistiu essencialmente nos seguintes procedimentos:

1. Identificação e localização das fontes ruidosas com interesse para o trabalho;
2. Recolha de dados para caracterização das fontes ruidosas, quer relativos às suas características intrínsecas (camada de desgaste das vias de tráfego rodoviário, etc.), quer relativos aos parâmetros que variam com as condições de exploração ou funcionamento (volumes de tráfego, velocidades de circulação, etc.);
3. Tratamento e ponderação dos dados recolhidos, visando obter valores médios anuais das variáveis com interesse, recorrendo a dados oficiais (recenseamentos ou estudos de tráfego) ou, na falta destes, a dados com origem noutras fontes ou em observações/registos *in situ*, devidamente ponderados;

4. Preparação de modelos de cálculo para as diversas condições/situações com interesse (indicadores Lden e Ln, condições actuais e futuras, etc.);
5. Calibração dos modelos de cálculo de acordo com a normalização e directrizes aplicáveis, no que respeita a condições atmosféricas, reflexões da energia sonora, malhas de cálculo, simplificações e aproximações efectuadas, etc., adoptando margens de segurança adequadas face ao grau de incerteza das variáveis em jogo;
6. Simulação da propagação sonora a partir das fontes ruidosas consideradas, resultando numa versão preliminar dos mapas de ruído, permitindo a identificação de condições incoerentes ou que não correspondam à realidade, carecendo de correcção;
7. Aferição dos modelos de cálculo através de correcções no modelo base (orografia do terreno, localização ou características das fontes sonoras, etc.) ou do acerto dos valores adoptados para as variáveis em causa, se necessário recorrendo a novos levantamentos de campo;
8. Simulação da propagação sonora com os modelos de cálculo corrigidos, para obtenção de versão definitiva dos mapas de ruído, para os diferentes cenários (Situação Actual – Ano 2008 e Situação Futura – Ano 2030).

Como referido anteriormente, a metodologia descrita visa a obtenção de mapas de ruído que traduzam as condições acústicas típicas, resultantes das actividades ruidosas desenvolvidas na área em estudo, através da representação dos valores médios anuais do ruído ambiente exterior, expressos em dB(A).

Os mapas de ruído obtidos são posteriormente analisados à luz das disposições regulamentares aplicáveis, retirando conclusões e recomendações com interesse para o Plano de Pormenor em título (P.P.E.R.U.C.S.), com o objectivo de garantir o cumprimento daquelas disposições e de minimizar a ocorrência de situações de incomodidade por ruído para as populações residentes.

Salienta-se que a análise apresentada adiante foi efectuada tendo em conta que a área de intervenção do P.P.E.R.U.C.S. será classificada como "zona mista" e *Corredor de Protecção Acústica*, de acordo com a proposta de classificação da C.M. de Cascais.



## 5. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES ACÚSTICAS DO P.P.E.R.U.C.S.

### 5.1. IDENTIFICAÇÃO DAS FONTES RUIDOSAS EM PRESENÇA

A área de intervenção do P.P.E.R.U.C.S. é delimitada a Norte pela Av. Ten. Cor. Melo Antunes, a Sul pela EN 6 - Av. Marginal, a Poente pela Av. Jorge V e a Nascente pela EN 6-7, vias estas que constituem as principais fontes ruidosas com influência na área de intervenção P.P.E.R.U.C.S..

Nota-se ainda alguma influência da via-férrea (Linha de Cascais) na zona Norte da área em estudo, embora pouco significativa, particularmente durante o período nocturno.

As vias acima referidas apresentam volumes de tráfego significativos durante o período diurno, embora com velocidades médias de circulação relativamente reduzidas.

Nos períodos do entardecer e nocturno observa-se uma redução significativa dos volumes de tráfego em circulação, particularmente em horas avançadas da madrugada.

Os arruamentos a criar na área de intervenção do P.P.E.R.U.C.S. servirão essencialmente de acesso aos edifícios projectados, com velocidades de circulação reduzidas, prevendo-se que os níveis sonoros gerados não afectem de forma significativa o ambiente acústico na área.

### 5.2. CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES RUIDOSAS

Para caracterização das fontes ruidosas com influência na área em estudo procedeu-se à medição dos níveis sonoros apercibidos em locais seleccionados e à caracterização dos parâmetros com influência nesses níveis (volumes de tráfego com diferenciação de veículos ligeiros e pesados, velocidades médias de circulação, parâmetros meteorológicos, etc.), visando a correcta calibração/validação dos modelos de cálculo utilizados para simulação da propagação sonora e elaboração de mapas de ruído.

Assim, as medições dos níveis sonoros foram efectuadas durante os meses de Novembro de 2005, Março de 2006 e Março de 2007, utilizando equipamento adequado e seguindo os procedimentos estabelecidos na normalização aplicável (NP ISO1996 – "Descrição e medição do ruído ambiente") e as Directrizes da Agência Portuguesa do Ambiente (APA), tendo sido repetidas em ocasiões distintas com vista a confirmar as observações iniciais e a obter valores com maior representatividade para a globalidade de cada período de referência.

**Quadro I**  
**Níveis sonoros na proximidade da área do P.P.E.R.U.C.S. (Nov. 2005 / Mar. 2006 / Mar. 2007)**

TRÁFEGO RODOVIÁRIO					
FONTE RUIDOSA	LOCAL DE MEDIÇÃO <sup>(1)</sup>	DISTÂNCIA À FONTE	AMOSTRAGEM		LAeq, dB(A)
			PERÍODO	HORA	
EN 6 – ESTRADA MARGINAL	M1	15 m	Diurno	14h/15h	64
			Entardecer	21h/22h	63
			Nocturno	23h/24h	61
	M2	25 m	Diurno	14h/15h	60
			Entardecer	19h/20h	59
			Nocturno	22h/23h	57
AV. JORGE V	M3	10 m	Diurno	00h/01h	56
			Entardecer	01h/02h	54
			Nocturno	17h/18h	63
AV. TEN. COR. MELO ANTUNES	M4	15 m	Diurno	19h/20h	63
			Entardecer	22h/23h	61
			Nocturno	23h/24h	57
	M5	40 m	Diurno	17h/18h	58
			Entardecer	19h/20h	56
			Nocturno	22h/23h	55
EN 6-7	M5	40 m	Diurno	23h/24h	54
			Entardecer	01h/02h	51
			Nocturno	15h/16h	58
EN 6-7	M5	40 m	Diurno	15h/16h	58
			Entardecer	22h/23h	51
			Nocturno	00h/01h	48
TRÁFEGO FERROVIÁRIO					
FONTE RUIDOSA	LOCAL DE MEDIÇÃO	DISTÂNCIA À FONTE	DURAÇÃO <sup>(2)</sup>	HORA	LAeq DA PASSAGEM <sup>(3)</sup> em dB(A)
VIA-FÉRREA / LINHA DE CASCAIS	M6	15 m	9 seg.	18h/19h	88
			9 seg.	9h/10h	89
			8 seg.	19h/20h	83

<sup>(1)</sup> Locais de Medição (M) assinalados na Figura n.º 1, em anexo.

<sup>(2)</sup> Tempo de passagem de um comboio, em segundos.

<sup>(3)</sup> LAeq da passagem de um comboio, para o tempo de passagem indicado.



A duração acumulada das amostragens realizadas foi superior a 30 min. em todos os períodos de referência, e foram efectuadas com tempo seco e vento fraco (temperatura do ar,  $T \approx 8/15^\circ \text{C}$ ; humidade relativa,  $HR \approx 60-70\%$ ; velocidade do vento,  $V_v \leq 1,0 \text{ m/s}$ ).

Refere-se que os níveis sonoros registados (indicados no Quadro I, atrás) são representativos da circulação rodoviária na ocasião das amostragens e podem eventualmente não traduzir valores médios anuais, devido às variações sazonais do tráfego, das condições atmosféricas, etc., pelo que devem ser objecto de ponderação adequada.

### 5.3. TRATAMENTO DE DADOS

Dado que os mapas de ruído para articulação com planos de ordenamento do território devem traduzir condições médias anuais, a parametrização das fontes sonoras do tipo *vias de tráfego* nos modelos de cálculo deve ser feita, tanto quanto possível, com base em valores médios anuais dos volumes de tráfego.

Neste contexto, os modelos de cálculo para simulação da propagação sonora e elaboração dos mapas de ruído (anos 2008 e 2027) foram parametrizados com base nos volumes de tráfego médio horário (TMH) para os períodos diurno, do entardecer e nocturno para as vias envolventes, definidos em estudo próprio, ESTAC, LDA., em Fevereiro de 2013.

Quanto à circulação ferroviária foram considerados os volumes de tráfego médio horário correspondentes aos períodos diurno, do entardecer e nocturno, calculados com base nos horários oficiais de circulação da CP para a Linha de Cascais (*Caminhos de Ferro Portugueses, 2008*), para a Situação Actual.

No que respeita ao ano horizonte de estudo 2030, consideraram-se volumes de tráfego equivalentes aos da Situação Actual, de acordo com indicações da CP.

## 6. SIMULAÇÃO DA PROPAGAÇÃO SONORA

### 6.1. GENERALIDADES

Os mapas de ruído relativos ao Plano de Pormenor em título foram obtidos com recurso a programa de cálculo automático específico para o efeito e adiante descrito, o qual permite simular a propagação sonora e calcular os níveis sonoros do ruído ambiente exterior, com base nas características da zona em causa e das fontes sonoras existentes, seguindo os procedimentos normalizados, as directivas europeias e as directrizes da Agência Portuguesa do Ambiente aplicáveis.

Das simulações efectuadas resultaram os mapas de ruído apresentados em anexo, que traduzem graficamente a distribuição dos níveis sonoros do ruído ambiente na zona em estudo, através de gamas cromáticas de valores do parâmetro LAeq, escalonadas em intervalos de 5 dB(A), de acordo com a normalização aplicável, e representativos de condições médias para os indicadores Lden (associado à avaliação global dos três períodos de referência) e Ln (associado ao período nocturno), contemplados na regulamentação em vigor relativa ao ruído.

Sublinha-se que os níveis sonoros do ruído ambiente estão frequentemente sujeitos a variações decorrentes das normais variações do tráfego e alterações da actividade humana, bem como das condições meteorológicas (essencialmente direcção e velocidade do vento), factos que devem ser tidos em consideração na interpretação dos mapas de ruído apresentados.

### 6.2. PROGRAMA DE CÁLCULO UTILIZADO

O programa de cálculo automático utilizado para elaboração dos mapas de ruído em título designa-se *IMMI 2010-2* e foi desenvolvido pela *Wölfel Software GmbH* (Alemanha).



Os algoritmos de cálculo do programa são específicos para simulação da propagação do ruído de tráfego rodoviário (*Norma Francesa XPS 31-133*) e ferroviário (*Norma Holandesa SRM II*), sendo ambos recomendados pelo Dec.-Lei 146/2006 e pela Agência Portuguesa do Ambiente para a elaboração de mapas de ruído.

### 6.3. ELABORAÇÃO E PARAMETRIZAÇÃO DOS MODELOS DE CÁLCULO

Os modelos de cálculo elaborados baseiam-se na cartografia do Plano de Pormenor em título fornecida em formato digital, contendo dados relativos à topografia, ao traçado da rede viária, à localização e dimensões dos edifícios existentes e projectados e de outros obstáculos à propagação sonora. Os modelos foram complementados com elementos recolhidos em levantamentos efectuados *in situ*, tendo sido preparados diferentes cenários referentes aos anos 2008 e 2030 para os indicadores *Lden* e *Ln*, de acordo com a regulamentação em vigor.

Os modelos de cálculo foram parametrizados de acordo com as características de cada fonte sonora considerada, das quais se destacam as mais importantes:

- Para vias de tráfego rodoviário:
  - volumes de tráfego para cada período de referência (média horária);
  - velocidades médias de circulação de veículos ligeiros e pesados;
  - perfil transversal tipo (largura, número de vias, etc.);
  - configuração dos taludes das bermas das vias (escavação, aterro, viaduto, etc.);
  - características de emissão sonora da camada de desgaste da via;
  - fluidez do tráfego;
- Para a via férrea (Linha de Cascais):
  - características do material circulante;
  - volumes de tráfego de cada tipo de composições, para cada período de referência;
  - tipo de carris e sistema de assentamento da via (balastro);
  - velocidades médias de circulação;
  - Diferenciação de composições que efectuam paragem ou não na Estação de Carcavelos.

Os algoritmos de cálculo consideram também outros efeitos não relacionados com as fontes ruidosas (emissão sonora), mas que influenciam a propagação sonora, tais como:

- dispersão geométrica e absorção atmosférica;
- reflexões sonoras e presença de obstáculos à propagação do ruído;
- características de reflexão sonora do terreno;
- efeitos meteorológicos.

Os valores dos parâmetros utilizados nos modelos de cálculo estão resumidos abaixo no Quadro II.

**Quadro II**  
**Parâmetros de cálculo utilizados nas simulações da propagação sonora**

PARÂMETROS DE CÁLCULO GENÉRICOS			
Cenários de Estudo	Ano 2008 e Ano 2030		
Características do terreno sobre o qual ocorre a propagação sonora	Medlanamente absorsor (Coef. de absorção sonora, $\alpha_{méd.} \approx 0,5$ )		
Modelação orográfica do terreno	Baseada na informação topográfica contida na cartografia digital fornecida e nos levantamentos de campo realizados		
N.º de Reflexões	1		
Malha de cálculo	2,0m x 2,0m		
Cota de cálculo	4m		
CARACTERÍSTICAS DAS FONTES SONORAS			
Fonte ruidosa	Perfil tipo	Largura da via (secção corrente)	Velocidade média
EN 6 – AVENIDA MARGINAL	2x2	≈ 20 m	60 km/h
AV. JORGE V (SUL)	2x1	≈ 8 m	50 km/h
AV. JORGE V (NORTE)	2x1	≈ 8 m	50 km/h
AV. GENERAL EDUARDO GALHARDO	2x1	≈ 10 m	50 km/h
AV. TEN. COR. MELO ANTUNES (NASCENTE)	2x1	≈ 8 m	40 km/h
AV. TEN. COR. MELO ANTUNES (POENTE)	2x1	≈ 8 m	50 km/h
PASSEIO PADRE ALEIXO CORDEIRO	2x1	≈ 8 m	40 km/h
EN 6-7 (NORTE)	2x2	≈ 20 m	60 km/h
EN 6-7 (SUL)	2x2	≈ 20 m	60 km/h
ESTRADA DA TORRE	2x1	≈ 6 m	40/50 km/h
ARRUAMENTOS FUTUROS (11 A 36)	2x1	≈ 8 m	40/50 km/h



**Quadro II (continuação)**  
**Parâmetros de cálculo utilizados nas simulações da propagação sonora**

PARÂMETROS DE CÁLCULO RELATIVOS AO TRÁFEGO RODOVIÁRIO												
Fonte ruidosa	TMH, em veículos/hora											
	2008						2030					
	Ligeiros			Pesados			Ligeiros			Pesados		
	Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite
EN 6 – AVENIDA MARGINAL							1856	1154	175	31	10	1
							1578	981	148	37	12	2
							1564	973	147	32	11	1
							2272	1413	214	36	12	2
AV. JORGE V (SUL)	TROÇO 1						1712	729	248	3	1	0
	TROÇO 2	560	364	91	9	6	1122	696	106	4	1	0
	TROÇO 3						916	570	86	5	2	0
AV. JORGE V (NORTE)	TROÇO 1	814	529	132	7	5	1061	660	100	3	1	0
	TROÇO 2						1080	671	102	2	1	0
AV. GENERAL EDUARDO GALHARDO		451	293	73	2	1	533	332	50	3	1	0
AV. TEN. COR. MELO ANTUNES – NASCENTE (ENTRE ROTUNDAS)		957	622	156	12	7	1559	970	147	10	3	0
AV. TEN. COR. MELO ANTUNES - POENTE	TROÇO 1						1666	1037	157	6	2	0
	TROÇO 2	1072	819	205	10	8	1716	1068	162	4	1	0
	TROÇO 3						1512	940	142	2	1	0
PASSEIO PADRE ALEIXO CORDEIRO		409	266	58	1	1	6	3	1	2	1	0
EN 6-7 (NORTE)		962	625	156	17	11	1293	804	122	28	9	1
EN 6-7 (SUL)		578	376	82	6	4	1071	666	101	27	9	1
ESTRADA DA TORRE		685	445	98	5	3	839	522	79	10	3	0
RUA 1				-			200	125	19	2	1	0
RUA 2				-			44	28	4	5	2	0
RUA 2				-			35	22	3	5	2	0
RUA 3				-			86	54	8	1	0	0
RUA 4				-			409	254	38	3	1	0
RUA 5				-			188	117	18	10	3	0
				-			55	35	5	10	3	0
				-			177	110	17	10	3	0
RUA 6				-		60	38	6	2	0	0	
RUA 7				-			152	95	14	4	1	0
RUA 9				-			6	4	1	0	0	0
RUA 10				-			7	4	1	0	0	0

**Quadro II (continuação)**  
**Parâmetros de cálculo utilizados nas simulações da propagação sonora**

PARÂMETROS DE CÁLCULO RELATIVOS AO TRÁFEGO RODOVIÁRIO												
Fonte ruidosa	TMH, em veículos/hora											
	2008						2030					
	Ligeiros			Pesados			Ligeiros			Pesados		
	Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite
RUA 14	-						128	80	12	1	0	0
	-						193	120	18	7	3	0
RUA 15	-						58	36	5	1	0	0
RUA 17	-						63	40	6	6	2	0
	-						55	34	5	6	2	0
	-						21	13	2	0	0	0

  

PARÂMETROS DE CÁLCULO RELATIVOS AO TRÁFEGO FERROVIÁRIO									
Fonte Ruidosa		N.º médio de carruagens por composição	Velocidade média	N.º de composições/hora					
				2008			2027		
				Dia	Ent.	Noite	Dia	Ent.	Noite
Via-férrea (Linha de Cascais)	Comboios c/ Paragem	7	30 km/h	8	6	3	8	6	3
	Comboios s/ Paragem		50 km/h	6	4	0	6	4	0

Acresce que, a eventual ocorrência de volumes de tráfego diferentes dos adoptados não deverá determinar alterações significativas dos níveis sonoros médios resultantes, apresentados nos mapas de ruído anexos, visto que estes níveis seguem uma relação logarítmica em função dos volumes de tráfego, sendo necessário que ocorram alterações muito expressivas – superiores a 50/70% - destes volumes para que os níveis sonoros correspondentes sofram variações sensíveis ao ouvido humano.



## 7. INTERPRETAÇÃO DOS MAPAS DE RUÍDO OBTIDOS

### 7.1. SITUAÇÃO ACTUAL (ANO 2008)

Os mapas de ruído elaborados, para o ano 2008, apresentados em anexo (figuras n.º 2 e n.º 3), permitem identificar que as fontes ruidosas com maior influência no ambiente acústico da zona do P.P.E.R.U.C.S. são a Av. Tenente-coronel Melo Antunes e a via-férrea (Linha de Cascais) ambas a Norte, a EN 6-7 a Nascente, e a EN 6 (Av. Marginal) a Sul.

A análise dos mapas de ruído em anexo permite ainda constatar que nas áreas do P.P.E.R.U.C.S. mais afastadas das vias de tráfego o ambiente acústico se apresenta pouco perturbado, com valores do indicador  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A) a distâncias superiores a 15/20m da Av. Ten. Cor. Melo Antunes e 25/40m da EN 6 (Av. Marginal), condições estas consideradas adequadas para o desenvolvimento de actividades sensíveis ao ruído (uso habitacional, escolar, hospitalar, etc.).

### 7.2. SITUAÇÃO FUTURA (ANO 2030)

Os mapas de ruído elaborados para o ano 2030, apresentados em anexo (figuras n.º 4 e n.º 5), permitem confirmar, que tal como na situação actual, as fontes ruidosas com maior influência no ambiente acústico da zona do P.P.E.R.U.C.S. são a Av. Ten. Cor. Melo Antunes e a via-férrea a Norte, a EN 6-7 a Nascente e a EN 6 (Av. Marginal) a Sul.

A análise dos mapas de ruído permite também constatar que nas áreas interiores do P.P.E.R.U.C.S. (não imediatamente adjacentes às vias de tráfego, e onde está projectada a construção de edifícios), o ambiente acústico futuro (ano 2030) será pouco perturbado, com valores dos parâmetros  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A) a distâncias médias superiores a 15/20m da Av. Ten. Cor. Melo Antunes, a 15/20m da Av. Jorge V, a 10/25m da EN6-7, e a 15/20m da EN 6 (Av. Marginal), condições estas consideradas adequadas, nos termos da lei, para o desenvolvimento de actividades sensíveis ao ruído, tais como as previstas para a zona em estudo (uso habitacional, escolar, hospitalar, etc.).

Paralelamente aos mapas de ruído elaboraram-se "mapas de conflito", também apresentados em anexo, que permitem identificar as áreas onde se prevê a ultrapassagem dos níveis sonoros máximos estabelecidos regulamentarmente para "zonas mistas" ( $L_{den} \geq 65$  dB(A) e  $L_n \geq 55$  dB(A)), consistindo estas áreas em corredores de protecção acústica, de acordo com o definido em 2..

A análise destes "mapas de conflito" permite confirmar para o ano 2030 as distâncias atrás referidas.

Relativamente ao indicador  $L_{den}$  esta ultrapassagem ocorre nas mesmas vias acima referidas, mas em faixas de terreno mais confinadas do que as relativas ao indicador  $L_n$ .



## 8. CRITÉRIOS DE PLANEAMENTO TERRITORIAL

Como referido anteriormente, nos termos da regulamentação em vigor relativa à poluição sonora (Dec.-Lei 9/2007), as acções de planeamento territorial e de desenvolvimento urbano devem ter em conta critérios de qualidade ambiental adequados, de modo a prevenir e minimizar a exposição das populações ao ruído, e a garantir o cumprimento das disposições regulamentares aplicáveis nesta matéria.

Os objectivos indicados acima devem, desejavelmente, ser alcançados através do planeamento da localização de novas áreas destinadas a ocupação residencial e a estabelecimentos escolares e hospitalares em zonas com um ambiente acústico pouco perturbado, e a distâncias suficientemente elevadas das fontes ruidosas existentes ou planeadas, designadamente de vias de tráfego importantes, zonas industriais, equipamentos ruidosos, etc.

Assim, a informação contida nos "mapas de ruído" e "mapas conflito" apresentados em anexo deverá ser tida em consideração na elaboração do P.P.E.R.U.C.S..

Neste contexto e de acordo com a classificação zonal atribuída à área de intervenção do P.P.E.R.U.C.S., definem-se faixas de terreno paralelas às vias de tráfego mais ruidosas, designadas por *corredores de protecção acústica*, de acordo com as definições indicadas em 2.

A escala e o detalhe dos "mapas de ruído"/"mapas conflito" apresentados permitem estabelecer a largura aproximada dos referidos *corredores de protecção acústica*, medida a partir das bermas das vias, como indicado no Quadro III, abaixo.

**Quadro III**  
**Largura dos corredores de protecção acústica recomendados**  
**no âmbito da elaboração do P.P.E.R.U.C.S. (válidos até ao ano 2030)**

<b>FONTE SONORA (VIA DE TRÁFEGO)</b>	<b>DISTÂNCIA APROXIM. À BERMA DA VIA</b>
<b>EN 6-7 (a Norte da rotunda)</b>	<b>25 m</b>
<b>EN 6-7 (a Sul da rotunda)</b>	<b>10 m</b>
<b>Av. Ten. Cor. Melo Antunes - Poente</b>	<b>18 m</b>
<b>Av. Ten. Cor. Melo Antunes - Nascente (Entre rotundas)</b>	<b>10 m</b>
<b>Av. Jorge V</b>	<b>20m</b>
<b>EN 6 (Av. Marginal) (a Norte da via)</b>	<b>20 m</b>



## 9. MEDIDAS PARA MINIMIZAÇÃO DO RUÍDO

No sentido de garantia de cumprimento dos limites regulamentares aplicáveis, entende-se necessária a aplicação de camada de desgaste de tipo pouco ruidosa (por exemplo BMB) na Avenida Tenente Coronel Melo Antunes, como medida de minimização de ruído.

A aplicação da referida medida permite obter níveis sonoros, junto às fachadas dos edifícios mais próximos da via, de  $L_{den} = 60/62$  dB(A) e  $L_n = 51/53$  dB(A), conduzindo à conformidade com as exigências regulamentares aplicáveis.

Desta forma e considerando a Medida de Minimização de Ruído referida a **largura do corredor de protecção acústica** da Avenida Tenente Coronel Melo Antunes (Poente) será de **6m**.

Caso se considere a aplicação complementar de medidas para redução do ruído apercebido noutros locais de interesse, as larguras dos correspondentes *corredores de protecção acústica* poderão ser inferiores às referidas em **8**.

Entre as medidas viáveis para minimização do ruído de tráfego podem referir-se, por exemplo, a imposição de limites de velocidades do tráfego rodoviário, a aplicação de pavimentos nas rodovias com características pouco ruidosas e/ou a edificação de muros/barreiras acústicas.

Salienta-se que, de acordo com a regulamentação em vigor, em caso de ultrapassagem dos limites estabelecidos no Art.º 11.º do Dec.-Lei 9/2007 ("zonas mistas":  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A) ), será mandatária a elaboração de Planos de Redução do Ruído.

Contudo, caso sejam respeitados os *corredores de protecção acústica* acima indicados não se prevê a necessidade de elaboração de Planos de Redução do Ruído ou de adopção medidas de minimização do ruído complementares.

## 10. NOTA CONCLUSIVA

De acordo com o *Regulamento Geral do Ruído*, aprovado pelo Dec.-Lei 9/2007, de 17 de Janeiro, a elaboração ou alteração dos planos de ordenamento do território deve apoiar-se em informação acústica adequada.

Por outro lado, a classificação de "zona mista" e *Corredor de Protecção Acústica* assumida pela C.M. de Cascais para a área do Plano de Pormenor em título (P.P.E.R.U.C.S.) obriga, de acordo com a regulamentação acima citada, à verificação das seguintes condições acústicas:  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A).

Visando verificar estas condições e dar cumprimento às disposições regulamentares em termos de poluição sonora, relativas aos instrumentos de planeamento territorial, elaboraram-se mapas de ruído da área do P.P.E.R.U.C.S., que se apresentam em anexo.

A análise destes mapas de ruído permite concluir que as fontes ruidosas com influência na área em causa são as vias de tráfego envolventes, nomeadamente a EN 6 (Av. Marginal), a Av. Ten. Cor. Melo Antunes, a EN 6-7 e a via-férrea Cais do Sodré/Cascais.

Conclui-se ainda que no interior da área do P.P.E.R.U.C.S. e para o ano horizonte (2030) o ambiente acústico se apresenta pouco perturbado, com níveis sonoros adequados ao desenvolvimento de actividades sensíveis ao ruído e à implantação de edifícios de habitação, escolares, hospitalares, etc.



Os mapas de conflito apresentados permitem ainda prever a ocorrência de situações de ultrapassagem dos limites regulamentares aplicáveis (acima indicados), em faixas de terreno junto às vias de tráfego mais ruidosas, destinadas a *corredores de protecção acústica*.

Como garantia do cumprimento das exigências regulamentares será aplicada camada de desgaste pouco ruidosa, de tipo BMB, na Avenida Tenente Coronel Melo Antunes.

Caso sejam respeitados os *corredores de protecção acústica* definidos não se prevê a necessidade de adoptar medidas de minimização do ruído complementares.

Lisboa, 07 de Abril de 2014

**CERTIPROJECTO, Lda.**  
**A Divisão de Acústica Aplicada**



Fernando Palma Ruivo, Eng.º

Jorge Cardoso, Eng.º

Marta Antão, Geógrafa

\\atlantico\projectosemcurso\alves ribeiro\pperucs\versao abril2014\md e n\pperucs\_abril\_2014.doc

## ANEXO I: REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] REGIME LEGAL SOBRE A POLUIÇÃO SONORA  
DECRETO-LEI N.º 9/20007 DE 17 DE JANEIRO
- [2] NORMA PORTUGUESA NP 1730, 1996:  
"ACÚSTICA - DESCRIÇÃO E MEDIÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE"  
INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE, 1996
- [3] PROJECTO DE NORMA PORTUGUESA PRNP 4423, 2003:  
"ACÚSTICA - DESCRIÇÃO E MEDIÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE – PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE MEDIÇÃO"  
INSTITUTO PORTUGUÊS DA QUALIDADE, 2003
- [4] PROCEDIMENTOS ESPECÍFICOS DE MEDIÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE  
INSTITUTO DO AMBIENTE, ABRIL 2003
- [5] DECRETO-LEI N.º 146/2006, DE 31 DE JULHO  
DIÁRIO DA REPÚBLICA, 1.ª SÉRIE, N.º 146
- [6] RUÍDO DE TRÁFEGO RODOVIÁRIO  
INFORMAÇÃO TÉCNICA DE EDIFÍCIOS N.º 7  
L.N.E.C, LISBOA, 1975
- [7] NOISE AND VIBRATION CONTROL  
L. BERANEK, MCGRAW-HILL
- [8] DIRECTRIZES PARA ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO  
Agência Portuguesa do Ambiente, Junho de 2008
- [9] PROJECTO PILOTO DE DEMONSTRAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO – ESCALAS MUNICIPAL E URBANA  
Instituto do Ambiente, Maio 2004
- [10] NORMALISATION FRANÇAISE XPS 31-133, 2001: "BRUIT DES INFRASTRUCTURES DE TRANSPORTS TERRESTRES"  
Calcul de l'atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur, incluant les effets météorologiques, Association Française de Normalisation (AFNOR), 2001
- [11] RECOMENDAÇÕES PARA A SELECÇÃO DE MÉTODOS DE CÁLCULO A UTILIZAR NA PREVISÃO DE NÍVEIS SONOROS  
Direcção Geral do Ambiente, Setembro de 2001
- [12] ISO 9613-2, 21996: "ACOUSTICS – ATTENUATION OF SOUND DURING PROPAGATION OUTDOORS – PART 2: GENERAL METHOD OF CALCULATION"  
International Organization for Standardization, 1996
- [13] GOOD PRACTICE GUIDE FOR STRATEGIC NOISE MAPPING AND PRODUCTION OF ASSOCIATED DATA ON NOISE EXPOSURE  
European Commission working group assessment of exposure to noise (WG-AEN), 2003
- [14] HORÁRIO DA CP – LINHA DE CASCAIS (VÁLIDO PARA 2005/2006)  
CP – Comboios de Portugal, Setembro 2002
- [15] ESTUDO DE TRÁFEGO  
Estac, Lda, Fevereiro 2013



**ANEXO II: MAPAS DE RUÍDO**

**ANEXO III: MAPAS DE CONFLITO**