

Carta de Ruído

Adaptação da Carta de Ruído aos novos indicadores Lden e Ln.



**GIPP – Gestão Integrada de Projectos e
Planeamento, Lda.**

Estrada Exterior da Circunvalação,
3846 – 1º, Sala 5 – Areosa
4435 – 183 Rio Tinto

ADENDA AO RELATÓRIO REF.ª 02500/06 DE DEZ/06

**ADAPTAÇÃO DA CARTA DE RUÍDO
PP DA QUINTA DA PÍCUA
(ÁGUAS SANTAS – MAIA)
AOS NOVOS INDICADORES L_{den} E L_n**

Obra: 08.00003.30.07/251

Rel. Refª:00093/09

Janeiro de 2009



INDICE

1 - INTRODUÇÃO.....	3
2 - EQUIPA TÉCNICA	3
3 - DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES APLICÁVEIS.....	4
3.1. METODOLOGIA PARA ADAPTAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO EXISTENTES AOS NOVOS INDICADORES L_{DEN} E L_N	5
4 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	6
5 - MODELAÇÃO DA ÁREA EM ANÁLISE (MAQUETTE VIRTUAL).....	6
5.1 - AQUISIÇÃO DE DADOS (CARTOGRAFIA) (TRABALHO REALIZADO EM 2006).....	7
5.2 - CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES RUIDOSAS (TRABALHO REALIZADO EM 2006).....	8
5.2.1 - FONTES RODOVIÁRIAS	8
5.2.2 - FONTES INDUSTRIAIS	8
6 - MODELOS DE CÁLCULO (DEFINIÇÕES RECÁLCULO EM JANEIRO 2009)	9
6.1 - DESCRIÇÃO DOS MODELOS E OPÇÕES DE CÁLCULO	9
6.2 - RESULTADOS /AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS	12
7. CONCLUSÕES.....	13

ANEXOS

Carta de Ruído do PP da Quinta da Pícuca – Parâmetro L_{den}

Carta de Ruído do PP da Quinta da Pícuca – Parâmetro L_n



1 - INTRODUÇÃO

A pedido da GIPP – Gestão Integrada de Projectos e Planeamento, Lda., a Unidade Estudos de Ruído do Instituto de Soldadura e Qualidade realizou a Reformulação dos Mapas Previsionais no âmbito do Plano de Pormenor da Quinta da Pícuca, Águas Santas, na Maia, anteriormente elaborados em 2006, para adaptação à nova legislação, o novo **Regulamento Geral do Ruído (RGR)**, aprovado pelo **DL 09/2007**, que entrou em vigor no passado dia 1 de Fevereiro de 2007 e trouxe alterações significativas ao nível dos parâmetros legislados.

Estas alterações que constam no novo RGR visaram a transposição para o direito nacional dos requisitos acústicos introduzidos pela Directiva Comunitária nº 2002/49/CE, de 25 de Junho.

Para dar cumprimento ao novo RGR procedeu-se aos cálculos para redistribuição dos fluxos de tráfego de acordo com o documento da Agência Portuguesa de Ambiente (APA) “**Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído**” – Versão 2 (Junho de 2008) nomeadamente o Ponto 5 relativo à “Adaptação dos mapas de ruído existentes aos novos indicadores L_{den} e L_n ”;

2 - EQUIPA TÉCNICA

A. Modelação acústica

- Cálculos para redistribuição dos fluxos de tráfego rodoviário para os 3 períodos de referência (diurno, entardecer e nocturno)
- Recalculo das cartas de ruído de acordo com os parâmetros legislados – L_{den} e L_n

Ana Júdice Bicker – responsável técnica
(Eng.^a Electrotécnica)

Sofia Costa Lopes – técnica superior
(Eng.^a do Ambiente)

Aristides Chaves – técnico superior
(Eng.^o Mecânico)



3 – DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES APLICÁVEIS

O Regulamento Geral do Ruído (RGR) – aprovado pelo D.L. 9/2007 de 17 de Janeiro de 2007 - diploma legal onde se encontram definidas as imposições aplicáveis define que todos os mapas de ruído devem reportar-se aos indicadores L_{den} e L_n , ambos calculados a uma altura acima do solo de 4 metros (*Artigo 7º, alínea 5 do RGR*).

L_{den} indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno, ponderado A, expresso em dB(A), associado ao incomodo global , dado pela expressão:

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

L_d indicador do ruído diurno, 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.

L_e indicador do ruído do entardecer, 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.

L_n indicador do ruído nocturno, 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.

C_{met} factor de correcção meteorológica tendo em conta as alturas e distâncias da fonte ao receptor e a % de ocorrência da janela de propagação favorável, em cada período de referência

O nº 1 do artº 11º do RGR, determina que as zonas mistas e sensíveis (bem como as ainda não classificadas) não poderão ficar expostas a um nível sonoro contínuo equivalente, LA_{eq} , superior aos limites indicados.

No caso em apreço, desconhece-se a classificação da zona, no entanto, na tabela abaixo especificam-se os valores limites, segundo a legislação portuguesa, para cada uma delas.

TABELA 1 - Valores Limite de Exposição

artigo 11º	<i>Níveis sonoros máximos admissíveis</i>	
	L_{den} 24 horas	L_n nocturno
<i>Zonas sensíveis</i>	$\leq 55 \text{ dB(A)}$	$\leq 45 \text{ dB(A)}$
<i>Zonas mistas</i>	$\leq 65 \text{ dB(A)}$	$\leq 55 \text{ dB(A)}$
<i>Zonas não classificadas</i>	$\leq 63 \text{ dB(A)}$	$\leq 53 \text{ dB(A)}$

Nota: A classificação das zonas é competência exclusiva dos municípios (Artigo 6º do RGR)



3.1. METODOLOGIA PARA ADAPTAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO EXISTENTES AOS NOVOS INDICADORES L_{DEN} E L_N

No recalculo destes mapas de ruído que reportavam apenas aos períodos diurno e nocturno (à luz do antigo RGR, D.L. 292/2000) foram seguidas as orientações metodológicas que constam no documento da Agência Portuguesa do Ambiente (APA) denominado "Directrizes para elaboração de mapas de ruído" - Versão 2 (Junho de 2008) .

Foram realizados cálculos para redistribuição dos fluxos de tráfego rodoviário de acordo com as Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído (da Agência Portuguesa de Ambiente) nomeadamente o Ponto 5 relativo à "Adaptação dos mapas de ruído existentes aos novos indicadores L_{den} e L_n ".

Este é um processo expedito que permite obter mapas em termos dos novos indicadores (L_{den} e L_n) a partir da informação que esteve na base da elaboração dos mapas reportados aos anteriores indicadores ($L_{Aeq(7-22h)}$ e $L_{Aeq(22-7h)}$; respectivamente o indicador diurno e nocturno).

Assim, de acordo com este método considera-se aceitável que o mapa relativo ao indicador L_n seja idêntico ao mapa relativo a $L_{Aeq(22-7h)}$. Esta consideração é válida para mapas calculados a uma altura acima do solo de 4m, que foi o caso.

Para obter o mapa relativo ao indicador L_{den} , as adaptações a definir são ao nível da redistribuição dos fluxos de tráfego rodoviário aos 3 novos períodos de referência (diurno, entardecer e nocturno) de acordo com as fórmulas seguintes:

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

Os novos dados de tráfego rodoviário para os 3 períodos de referência (diurno, entardecer e nocturno) serão introduzidos no modelo base já trabalhado anteriormente.



4 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

Para o PP da Quinta da Pícuia produziu-se uma cartografia de ruído a uma escala única, 1: 1 000.

Os resultados referem-se ao nível sonoro médio de longa duração, L_{den} , indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno e ao nível sonoro médio de longa duração nocturno, L_n , sendo apresentados sob a forma de classes de nível sonoro, em intervalos de 5 dB(A), representadas pela paleta de cores preconizada na Norma Portuguesa NP 1730.

5 – MODELAÇÃO DA ÁREA EM ANÁLISE (MAQUETTE VIRTUAL)

A modelação rigorosa do ambiente acústico exterior é um processo complexo, que envolve a definição de dados na emissão (fontes de ruído particular) e também na cadeia de propagação até aos receptores. Estes últimos, são fortemente dependentes das características intrínsecas do local – sua topografia, natureza do solo, reflexões e/ ou difracção em obstáculos próximos, condições meteorológicas, etc – tornando praticamente impossível a quantificação manual dos fenómenos envolvidos, face ao elevado número de operações necessárias (operações de cálculo e operações de preparação dos dados topológicos que fornecem a informação necessária aos cálculos).

É, assim, que a utilização de meios informáticos se revela fundamental, ao permitir a construção de uma maquette virtual do sítio em análise, ou seja, um modelo tridimensional com a informação relativa a todos os parâmetros que interessam ao estudo da propagação sonora entre emissão e recepção.



5.1 – AQUISIÇÃO DE DADOS (CARTOGRAFIA) (TRABALHO REALIZADO EM 2006)

A cartografia com representação da área correspondente ao PP da Quinta da Pícuca, disponível em formato vectorial (Autocad), à escala 1:1 000 foi importada para o suporte informático de modelação acústica – programa Cadna-A.

Procedeu-se à verificação da adequabilidade dos dados recepcionados – cartografia em ficheiros autocad, com eixos de via, edifícios (foi necessário introduzir alturas em todos os edifícios visto não estar disponível na cartografia a sua altura) e pontos de nível – por forma a assegurar que os mesmos contêm toda a informação necessária ao suporte cartográfico da carta de ruído.

Da análise efectuada, foi possível confirmar que a cartografia disponibilizada fornece elementos adequados ao desenvolvimento da modelação acústica, já que contém os elementos necessários à construção da *maquette* virtual dos locais em estudo, com base na qual serão efectuadas as análises prospectivas (cálculos) que resultarão na carta de ruído. Estes elementos são: curvas de nível; vias de tráfego rodoviário; polígonos dos edifícios.

Por outro lado, foi necessário algum trabalho de preparação dos dados da cartografia, por forma a poder utilizá-los na modelação acústica.

Os ficheiros de cartografia foram importados posteriormente para o programa de cálculo – Cadna-A – ficheiros de curvas de nível, de eixos viários, de edifícios, etc.



5.2 – CARACTERIZAÇÃO DAS FONTES RUIDOSAS (TRABALHO REALIZADO EM 2006)

5.2.1 – FONTES RODOVIÁRIAS

Por análise da cartografia e posterior confirmação *in situ* considerou-se que os eixos mais relevantes do ponto de vista acústico para a caracterização da componente trânsito rodoviário no local em estudo correspondem à:

- Auto-Estrada A4;
- Rua de D. Afonso Henriques;
- R. Manuel Francisco de Araújo;
- Alameda da Granja.

Contagens de Tráfego – Caracterização das Fontes de Ruído Rodoviárias

Os trabalhos de campo, propriamente ditos, seguiram a seguinte metodologia:

- Contagem de tráfego – contagem manual por classe de veículos - nº veículos ligeiros / pesados - e posterior cálculo do tráfego horário correspondente e % de pesados (foram realizadas contagens de tráfego durante os períodos de referência diurnos e nocturnos);
- Identificação do tipo de pavimento de cada via e do nº de vias;
- Velocidade média de circulação dos veículos;

Os dados de tráfego recolhidos, antes do input no software CADNA-A, foram convertidos para valores horários e foi calculada a % de veículos pesados correspondente.

5.2.2 – FONTES INDUSTRIAIS

Através da análise da cartografia e posterior verificação no local, não existem no local em estudo nem envolvente próxima, nenhuma indústria relevante do ponto de vista acústico que possa contribuir com as suas emissões sonoras para o incremento do nível sonoro na área correspondente ao PP da Quinta da Pícuia, pelo que este tipo de fonte permanente não foi contabilizada no modelo.



6 – MODELOS DE CÁLCULO (DEFINIÇÕES RECÁLCULO EM JANEIRO 2009)

6.1 – DESCRIÇÃO DOS MODELOS E OPÇÕES DE CÁLCULO

Os modelos adoptados para o cálculo das emissões sonoras e respectiva propagação em meio exterior, foram os seguintes:

- ruído rodoviário: NMPB routes 96, relativo à propagação sonora em meio exterior.

As características do suporte informático utilizado – programa CadnaA, desenvolvido pelo DataKustik – satisfazem os requisitos mais exigentes aplicáveis à modelação acústica de espaços exteriores e ao cálculo da distribuição de níveis sonoros.

Em síntese, pode-se descrever o algoritmo do programa, da seguinte forma:

- Caracterização das fontes sonoras em presença;
- Definição de malha de receptores na área em estudo e a uma dada cota do terreno;
- Varrimento angular 3D a partir de cada fonte de ruído, mediante emissão de raios com passo angular pré-definido;
- Processamento, para cada raio, da potência sonora da fonte de ruído que representa, afectada das seguintes parcelas:
 - atenuação devida a dispersão;
 - atenuação por incidência rasante;
 - atenuação por absorção atmosférica;
 - reflexões em edifícios ou outros obstáculos;
 - difracção em torno de obstáculos incluindo os resultantes da topografia;
 - tipo de terreno circundante;
 - influência de condições meteorológicas.

**Cálculo do nível sonoro, LAeq,LT, em cada receptor**

As seguintes opções de cálculo foram consideradas:

- malha de receptores: 10 x 10 m
- cota de cálculo: 4,0 m
- meteorologia: ocorrência de condições favoráveis à propagação do ruído durante 50% e 75% e 100% do período de longa duração, respectivamente para os períodos diurno, entardecer e nocturno (mencionadas no GPG-2)
- reflexões: ordem N = 2
- distância de busca de cada raio: $d \leq 1000$ m

Considerou-se a topografia do local e terreno do tipo reflector sonoro.

No que se refere à componente do ruído, devido à circulação rodoviária foram considerados os valores de tráfego recolhidos no local, aos quais se procedeu aos cálculos para redistribuição dos fluxos de tráfego de acordo com o novo RGR em vigor, o D.L. 09/2007:

TABELA 2 – Valores de tráfego rodoviário horário
(antes e após recalculo de acordo com o D.L. 09/2007), valores expressos em TMH /veículos/hora)

Ponto	Eixo Viário	ANTIGO RGR – D.L. 292/2000		NOVO RGR – D.L. 09/2007		
		TMH (Veíc. /hora)		TMH (Veíc. /hora)		
		(P. diurno)	(P. nocturno)	(P. diurno)	(P. entard.)	(P. noct)
		TMH _(7-22H)	TMH _(22-7H)	TMH _(7-20H)	TMH _(7-20H)	TMH _(7-20H)
1	Auto-Estrada A4	3360	2184	3360	2968	2184
2	Auto-Estrada A4	3260	2184	3260	2901	2184
3	Auto-Estrada A4	3264	2184	3264	2904	2184
4	R. Manuel Francisco de Araújo	420	282	420	374	282
	Alameda da Granja	228	150	228	202	150
5	R. de D. Afonso Henriques (local. 1)	840	684	840	788	684
	R. de D. Afonso Henriques (local. 2)	522	438	522	494	438
6	R. de D. Afonso Henriques (local. 3)	984	696	984	888	696



TABELA 3 – Valores de % de veíc. pesados
(antes e após recalculo de acordo com o D.L. 09/2007), valores expressos em %

Ponto	Eixo Viário	ANTIGO RGR – D.L. 292/2000		NOVO RGR – D.L. 09/2007		
		% Pesados (P. diurno)	% Pesados (P. noct.)	% Pesados (P. diurno)	% Pesados (P. entard)	% Pesados (P. diurno)
1	Auto-Estrada A4	6,8 %	1,9 %	6,8%	5,2%	1,9%
2	Auto-Estrada A4	4,8 %	1,9 %	4,8%	3,8%	1,9%
3	Auto-Estrada A4	7,0 %	1,9 %	7,0%	5,3%	1,9%
4	R. Manuel Francisco de Araújo	0,0 %	0,0 %	0,0%	0,0%	0,0%
	Alameda da Granja	0,0 %	0,0 %	0,0%	0,0%	0,0%
5	R. de D. Afonso Henriques (local. 1)	4,3 %	1,8 %	4,3%	3,5%	1,8%
	R. de D. Afonso Henriques (local. 2)	3,4 %	1,4%	3,4%	2,7%	1,4%
6	R. de D. Afonso Henriques (local. 3)	4,3 %	1,7 %	4,3%	3,4%	1,7%

Estimou-se que a velocidade média de circulação na Auto-Estrada A4 é de 90 Km/h e de 50 Km/h na R. D. Afonso Henriques, na R. Manuel Francisco de Araújo e na Alameda da Granja.

O resultado é apresentado em anexo, sob a forma de Carta de Ruído Previsional do PP da Quinta da Pícuca.



6.2 - RESULTADOS /AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

São apresentados resultados após cálculo dos mapas previsionais de ruído para os dois descritores legais – Lden e Ln:

i) Lden - indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno [24 horas]

ii) Ln - indicador de ruído nocturno [23h00 – 07h00]

TABELA 4 – Resultados obtidos após cálculo previsional (mapas de ruído)
(após recalculo de acordo com o D.L. 09/2007), valores expressos em dB(A)

Ponto	Fontes predominantes	Lden dB(A)	Ln dB(A)
P1	Maior influência de ruído de trânsito rodoviário da auto-estrada A4.	72,1	67,0
P2		60,8	56,4
P3		69,7	64,7
P4	Maior influência de ruído de trânsito rodoviário da R. Manuel Francisco de Araújo e da Alameda da Granja	72,5	67,7
P5	Maior influência de ruído de trânsito rodoviário da R. de D. Afonso Henriques.	70,5	65,2
P6		71,2	66,0

Na globalidade, a zona analisada não cumpre os limites estabelecidos na legislação aplicável, já que os valores de nível sonoro estão acima de 65 dB(A) dia e 55 dB(A), para os descritores legais L_{den} e L_n , respectivamente.

Tal facto é devido à forte contribuição da componente de ruído de trânsito rodoviário dos eixos viários acima indicados e com maior influência da Auto-Estrada A4 e da R. D. Afonso Henriques.

Há ainda a considerar que a instalação da nova superfície comercial, a construir na área em questão, acarretará diversas actividades potencialmente geradoras de ruído, designadamente as que resultam do tráfego rodoviário associado à sua exploração e das emissões sonoras de equipamentos a instalar que não foram incluídos no presente estudo mas que deverão ser contabilizados num estudo próximo quando houver dados disponíveis para a sua caracterização.



7. CONCLUSÕES

Conforme se pode concluir pelas cartas de ruído particular do tráfego rodoviário do local, os níveis de exposição ao ruído dos locais receptores de interesse, são superiores aos limites regulamentares, para ambos os descritores legais L_{den} e L_n .

Assim, a expansão habitacional /comercial na localização proposta, está condicionada ao pressuposto de serem contempladas medidas de condicionamento acústico da instalação dos equipamentos técnicos – grupos de frio; unidades exteriores de ar condicionado; grupo gerador de emergência e outros equipamentos ruidosos eventualmente presentes – medidas estas que deverão ser definidas em fase de projecto de execução (no que respeita à superfície comercial a instalar) bem como noutras medidas minimizadores do impacte acústico neste local (com a possível introdução de barreiras acústicas), para a zona estar em conformidade legal com a legislação aplicável, dado que a componente trânsito rodoviário existente no local, impõe já níveis sonoros acima dos legalmente admissíveis.



Segue em anexo cd com todos os ficheiros referentes às cartas de ruído em causa:

- Ficheiros Cadna;
- Ficheiros da Carta de Ruído - escala 1:1 000 - parâmetro Lden, em formato .dwg;
- Ficheiros da Carta de Ruído - escala 1:1 000) - parâmetro Ln, em formato .dwg;
- O presente Relatório Final - Adenda ao Relatório Ref.^a 02500/06 emitido em Dez/06 .
- Relatório Ref.^a 02500/06, emitido em Dez/06

Elaborado por:

Sofia Costa Lopes
Téc. Especialista

Aprovado por:

Ana Bicker
Resp. Laboratório de Ruído