



MEMÓRIA DESCRITIVA
Elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído

Versão: 4

PARA: Câmara Municipal de Oeiras
AUTOR: Nelson Mileu, Cláudia Martins, Rui Ferreira

INFORMAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES

INFORMAÇÃO DO DOCUMENTO E REVISÕES	
Autor	Nelson Mileu, Cláudia Martins, Rui Ferreira
Data de criação	30 de Abril de 2013

Versão	Data	Autor	Notas
1.0	31-05-2013	Nelson Mileu, Cláudia Martins, Rui Ferreira	Versão inicial
2.0	17-7-2013	Rui Ferreira (Cristina Garrett, Paulo Almeida)	Inclusão do parâmetro L_n no Mapa de Conflito e correcção do cálculo de fachadas e de população exposta
3.0	16-10-2013	Rui Ferreira, (Cristina Garrett, Paulo Almeida)	Cálculo de uma zona do mapa junto ao IC19 e correcção dos dados do Cap. 5
3.1	15-04-2014	Cristina Garrett, Paulo Almeida	Correcção do cabeçalho dos Quadros 13 e 14
4.0	5-06-2014	Cristina Garrett, Paulo Almeida	Alteração dos quadros 13 e 14 distinguindo a população exposta a ruído de tráfego de todas as vias e a população exposta a ruído de tráfego só das GIT

APROVAÇÃO DO DOCUMENTO

Responsável	Data	Assinatura
Nelson Mileu	31-05-2013	

INDICE

1.	INTRODUÇÃO	5
1.1.	ENQUADRAMENTO	5
1.2.	ÂMBITO DO PROJETO	6
1.3.	ÁREA DE ESTUDO	6
2.	ENQUADRAMENTO LEGAL.....	8
2.1.	LEGISLAÇÃO APLICÁVEL	8
2.2.	TERMOS DE REFERÊNCIA	9
3.	METODOLOGIA, NORMAS E PARÂMETROS GLOBAIS DO MODELO DE CÁLCULO	11
3.1.	METODOLOGIA	11
3.2.	NORMAS TÉCNICAS E PARÂMETROS GLOBAIS DO MODELO DE CÁLCULO.....	13
3.2.1.	Tráfego Rodoviário.....	13
3.2.2.	Tráfego Ferroviário	13
3.2.3.	Fontes Industriais.....	14
3.2.4.	Parâmetros Globais do Modelo de Cálculo.....	14
4.	INFORMAÇÃO DE BASE, FONTES DE RUÍDO E VALIDAÇÃO	16
4.1.	INFORMAÇÃO DE BASE	16
4.1.1.	Altimetria	16
4.1.2.	Edifícios e Barreiras Acústicas.....	16
4.2.	FONTES DE RUÍDO.....	16
4.2.1.	Tráfego Rodoviário.....	16
4.2.2.	Tráfego Ferroviário	23
4.2.3.	Estabelecimentos Industriais	24
4.2.4.	Áreas especiais de absorção	26
4.3.	VALIDAÇÃO	26
4.3.1.	Pontos de Validação.....	26
4.3.2.	Medições acústicas	26
4.3.3.	Calibração do modelo	26
5.	RESULTADOS E ANÁLISE	28
6.	BIBLIOGRAFIA	31
7.	ANEXOS.....	32

Índice de Quadros

Quadro 1 - Valores limite de exposição (conforme Artigo 11.º do RGR)	8
Quadro 2 – Intervalos de valores a considerar nos parâmetros representados nos mapas de ruído.....	10
Quadro 3 - Frequência e direção do vento.....	15
Quadro 4 – Distribuição percentual de tráfego rodoviário considerada nas estradas nacionais e municipais.....	23
Quadro 5 –Tráfego Médio Diário Anual para a linha de Sintra entre Cacém e Monte Abraão	24
Quadro 6 – Tráfego Médio Diário Anual para a linha de Lisboa-Cascais entre Belém e Oeiras	24
Quadro 7 – Tráfego Médio Diário Anual para a linha de Lisboa-Cascais entre Oeiras e Carcavelos	24
Quadro 8 – Nível estimado de potência sonora das fontes industriais.....	25
Quadro 9 –Desvios entre os valores previstos e medidos para validação do modelo	27
Quadro 10 – Nº de habitantes expostos ao ruído	28
Quadro 11 – % de área contaminada com ruído por escalões e para o parâmetro L_{den}	29
Quadro 12 – % de área contaminada com ruído por escalões e para o parâmetro L_n	29
Quadro 13 – Número estimado de pessoas (em unidades) expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} , a 4m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora	29
Quadro 14 – Número estimado de pessoas (em unidades) expostas a diferentes gamas de valores de L_n , a 4m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora	29

Índice de Figuras

Figura 1 – Fontes rodoviárias	17
Figura 2 – Pontos de contagem de tráfego nas vias municipais.....	18
Figura 3 – Pontos correspondentes às contagens de tráfego no SICIT e relatórios do INIR	19
Figura 4 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos ligeiros para o período diurno.....	20
Figura 5 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos ligeiros para o período do entardecer	20
Figura 6 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos ligeiros para o período noturno	21
Figura 7 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos pesados para o período diurno	21
Figura 8 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos pesados para o período do entardecer	22
Figura 9 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos pesados para o período noturno.....	22

1. INTRODUÇÃO

A poluição sonora é um fator que pode degradar de forma decisiva a qualidade de vida das pessoas que estão sujeitas a este tipo de poluição.

O ruído provoca uma série de efeitos nefastos no ser humano, tais como perturbações do sono, ansiedade, alterações na pressão sanguínea e dificuldades de comunicação. O efeito mais imediato é o da incomodidade provocada por um som quando este não é desejado, podendo gerar irritabilidade, perda de capacidade de concentração e, no caso mais grave, dificuldades na audição, permanentes ou temporárias.

Com o aumento do ruído associado aos transportes o problema de poluição sonora nas zonas habitadas tem vindo a agravar-se. Embora tenha havido esforços bem-sucedidos no controlo do ruído gerado pelos motores dos veículos, turbinas de aviões e equipamento ferroviário, os problemas gerados pelos transportes está longe de estar resolvido.

Uma gestão correta e eficaz do ambiente acústico em zonas habitadas torna-se assim numa prioridade caso se pretenda garantir o sossego e o direito ao descanso das populações. O ambiente deve ser controlado de forma a garantir níveis aceitáveis alterando o menos possível o quotidiano das pessoas.

A primeira fase desta gestão consiste na caracterização do ambiente sonoro na área em estudo e fornecer informações essenciais para qualquer análise subsequente.

A análise do ambiente sonoro possibilita assim efetuar e projetar as medidas futuras necessárias que evitem reclamações por parte das populações afetadas e, por outro lado, reduzir os custos de futuras medidas corretivas.

Este documento consiste na memória descritiva referente à elaboração dos mapas estratégicos de ruído do concelho de Oeiras para o ano de 2011. Nele são discriminados o processo de recolha, tratamento e preparação dos dados de base necessários para uma detalhada e rigorosa descrição do ambiente sonoro neste Concelho para o ano em estudo.

1.1. ENQUADRAMENTO

O município de Oeiras elaborou os mapas estratégicos de ruído no município, por força da aplicação do Decreto-Lei nº 146/2006 de 31 de Julho, uma vez que se enquadra na definição de “aglomeração” da alínea a) do nº 3 do referido diploma.

O Gabinete de Desenvolvimento Municipal dispõe do *software* especializado IMMI, da *Wölfel Meßsysteme GmbH*, que permitiu desenvolver e aplicar o modelo de cálculo compatível com a legislação e com as normas técnicas aplicáveis às fontes existentes no concelho – rodoviárias, ferroviárias e industriais.

Para o efeito foram consultados e seguidos todos os diplomas legais relevantes para o estudo, normas técnicas e notas técnicas publicadas pela APA (Agência Portuguesa do Ambiente) nomeadamente:

- Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído (versão 3 - Dezembro 2011);
- Diretrizes para elaboração de Mapas de Ruído (versão 3 - Dezembro 2011);
- Nota Técnica - Ruído e Planos Diretores Municipais - Dezembro 2010;
- Manual técnico para elaboração de Planos Municipais de Redução de Ruído - Abril 2008;
- Projeto-piloto de demonstração de mapas de ruído - Maio 2004;
- Planos de Redução de Ruído / Planos de Ação;
- Mapas estratégicos e população exposta a ruído de Grandes Infraestruturas de Transporte – Tráfego rodoviário;
- Mapas estratégicos de ruído e população exposta a ruído de Grandes Infraestruturas de Transporte – Tráfego ferroviário;
- Mapas estratégicos e população exposta a ruído de Grandes Infraestruturas de Transporte – Tráfego aéreo;
- Mapas estratégicos de ruído e população exposta em aglomerações;
- Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro;
- Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho;
- Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de Março;
- Decreto-lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto;
- Declaração de Retificação n.º 57/2006, de 31 de Agosto.

1.2. ÂMBITO DO PROJETO

Os mapas estratégicos de ruído relativos às aglomerações do concelho de Oeiras incidem particularmente no ruído emitido por tráfego rodoviário, tráfego ferroviário e instalações industriais pertinentes. Foram elaborados mapas estratégicos de ruído distintos para cada um destes tipos de fontes.

Foi também efetuado o cálculo da população exposta ao ruído ambiente exterior, por escalões, relativo aos indicadores L_{den} e L_n e a uma altura de 4 m, conforme os valores na fachada mais exposta.

Os objetivos para os mapas estratégicos de ruído do concelho de Oeiras podem-se definir como sendo:

- Identificar, qualificar e quantificar o ruído ambiente;
- Avaliar a exposição ao ruído das populações;
- Fornecer informação ao público e aos decisores;
- Identificar situações de conflito do ruído com o tipo de zona;
- Apoiar à decisão na correção de situações existentes;
- Influenciar o planeamento urbanístico do local;
- Fornecer elementos para a definição de objetivos e planos para o controlo e a redução do ruído;
- Influenciar as decisões de financiamento de programas de redução de ruído.

1.3. ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo corresponde aos limites definidos para o Concelho de Oeiras, tendo sido, no entanto, incluídas fontes exteriores a esta área para contabilizar a importação de ruído dos Concelhos vizinhos e desta forma aprimorar a análise da acústica da sua envolvente.

2. ENQUADRAMENTO LEGAL

2.1. LEGISLAÇÃO APLICÁVEL

O Decreto-Lei nº 146/2006 de 31 de Julho enquadra a elaboração dos mapas estratégicos de ruído e dos planos de ação para as aglomerações (que compete aos municípios). As respetivas aprovação e/ou alteração competem à Assembleia Municipal, sob proposta da Câmara Municipal. A Agência Portuguesa do Ambiente é a entidade responsável pela aprovação e comunicação à Comissão Europeia.

O Regulamento Geral do Ruído (RGR), instituído pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro (retificado pela Declaração de Retificação n.º 18/2007, de 16 de Março, e alterado pelo Decreto-Lei n.º 278/2007, de 1 de Agosto), estabelece o regime de prevenção e controlo da poluição sonora, visando a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar das populações. A avaliação dos problemas de ruído ambiental faz-se em função dos critérios estabelecidos para o território nacional RGR - artigo 11.º, constantes do quadro seguinte:

Quadro 1 - Valores limite de exposição (conforme Artigo 11.º do RGR)

Tipo de zona	L _{den} [dB(A)]	L _n [dB(A)]	Especificidades
Não classificada	63	53	Observação: A delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas são de acordo com o n.º 2, do Artigo 6.º, do RGR, responsabilidade dos municípios, mas na sua ausência a zona é considerada Não Classificada
Mista	65	55	-
Sensível	55	45	-
Sensível com especificidades	65	55	Proximidade de uma grande infraestrutura de transporte em exploração a 01-02-2007
	65	55	Proximidade de uma grande infraestrutura de transporte aéreo projetada à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território
	60	50	Proximidade de uma grande infraestrutura de transporte não aéreo projetada à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território

O RGR define orientações, baseadas no uso dos solos, para a classificação dos locais em zonas sensíveis, zonas mistas e zonas urbanas consolidadas, cabendo às autarquias a sua distribuição no território nacional, com base nas definições constantes das alíneas v), x) e z), do Artigo 3.º, que se transcrevem:

v) «Zona mista» – a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afeta 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 noturno.

z) «Zona urbana consolidada» – a zona sensível ou mista com ocupação estável em termos de edificação.

Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação aprovados são disponibilizados e divulgados junto do público, acompanhados de uma síntese que destaque os elementos essenciais, designadamente através das tecnologias de informação eletrónica, devendo igualmente estar disponíveis para consulta nas respetivas câmaras municipais. A aprovação dos planos de ação deve ser alvo de consulta pública.

Os mapas estratégicos de ruído e os planos de ação são reavaliados e alterados de cinco em cinco anos a contar da data da sua elaboração, e também sempre que se verifique uma alteração significativa relativamente a fontes sonoras ou à expansão urbana com efeitos no ruído ambiente.

2.2. TERMOS DE REFERÊNCIA

A elaboração dos mapas estratégicos de ruído é feita com base nos indicadores de ruído L_{den} e L_n .

L_{den} (indicador de ruído diurno-entardecer-noturno) é o indicador de ruído associado ao incómodo global, definido de acordo com a seguinte expressão:

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

em que:

- L_d é o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos diurnos (das 7:00h às 20:00h), representativos de um ano;
- L_e é o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos do entardecer (das 20:00h às 23:00h), representativos de um ano;
- L_n é o nível sonoro médio de longa duração, determinado durante uma série de períodos noturnos (das 23:00h às 7:00h), representativos de um ano.

Estes parâmetros podem ser determinados quer por metodologia de cálculo quer por medição (no ponto de avaliação).

No caso de previsões, e para a elaboração de mapas estratégicos de ruído à escala concelhia, tendo em conta a extensão territorial a abarcar, terá que se utilizar a metodologia de cálculo, sendo que os métodos de cálculo são os adotados até esta data à escala europeia e, consequentemente, pela legislação nacional¹.

¹ Recomendação da Comissão nº 2003/613/CE, de 6 de Agosto e Anexo II do Decreto-Lei nº 146/2006

Os resultados de medição obtidos diante de uma fachada ou de outro elemento refletor são corrigidos de modo a excluir a contribuição da reflexão dessa fachada ou elemento [regra geral, isso implica uma correção de -3 dB(A) em caso de medição a menos de 3,5 m da referida fachada ou elemento].

Os mapas estratégicos de ruído são elaborados para uma altura de avaliação de 4 m e gamas de valores de L_{den} e de L_n de 5 dB(A), conforme os seguintes intervalos²:

Quadro 2 – Intervalos de valores a considerar nos parâmetros representados nos mapas de ruído

Intervalos de valores a considerar para o L_{den} dB(A)	Intervalos de valores a considerar para o L_n dB(A)
$55 < L_{den} \leq 60$;	$45 < L_n \leq 50$;
$60 < L_{den} \leq 65$;	$50 < L_n \leq 55$;
$65 < L_{den} \leq 70$;	$55 < L_n \leq 60$;
$70 < L_{den} \leq 75$;	$60 < L_n \leq 65$;
$L_{den} > 75$	$65 < L_n \leq 70$;
	$L_n > 70$

Os mapas são acompanhados da avaliação do número estimado de pessoas (em centenas) que vivem em habitações expostas a cada uma destas gamas de valores, na fachada mais exposta, separadamente para o ruído proveniente do tráfego rodoviário, do tráfego ferroviário, do tráfego aéreo e de instalações industriais. Os valores são arredondados para a centena mais próxima (exemplo: 5200=entre 5150 e 5249; 100=entre 50 e 149; 0=menos de 50). Também é realizada a avaliação da área total (em quilómetros quadrados) exposta a valores de L_{den} superiores a 55 dB(A), 65 dB(A), e 75 dB(A), respetivamente.

A elaboração dos mapas de ruído, em termos das especificações técnicas do conteúdo e formato dos ficheiros a fornecer à Agência Portuguesa do Ambiente, nos termos da legislação, leva em conta as recomendações constantes dos seguintes documentos:

- Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Versão 3 - APA, Dezembro 2011.
- Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3 – APA, Dezembro de 2011.

Para a identificação e tratamento dos dados de base para os mapas de ruído são seguidas as orientações do guia de boas práticas, publicado pelo grupo de trabalho junto da Comissão Europeia para a avaliação da exposição ao ruído (WG-AEN, 2007).

² Os mapas estratégicos devem representar, no mínimo, os contornos de 45 dB(A), 55 dB(A), 60 dB(A), 65 dB(A), 70 dB(A) e 75 dB(A).

3. METODOLOGIA, NORMAS E PARÂMETROS GLOBAIS DO MODELO DE CÁLCULO

3.1. METODOLOGIA

A elaboração dos mapas de ruído inclui uma série de procedimentos que visam a construção de uma estimativa fiável e detalhada sobre os níveis de ruído dentro da área em estudo. Resumidamente as diferentes tarefas podem ser agregadas da seguinte forma (não necessariamente pela ordem referida).

1. Recolha e tratamento de cartografia. Nesta fase é recolhida e tratada toda a informação cartográfica digital existente e relevante para a modelação nomeadamente:
 - a. Topografia, que neste caso consistiu na altimetria com curvas de nível definidas de 2 em 2 metros.
 - b. Edificado, todas as edificações existentes no concelho definidas em planta e com a cêrcea definida.
 - c. Viadutos e túneis, dadas particularidades em termos acústicos destas estruturas, estas têm de ser importadas por forma a garantir uma correta localização da plataforma de cada infraestrutura de transporte.
 - d. Muros e barreiras, estes elementos são importantes na mitigação da propagação de ruído e foram tratados de forma a representar as atuais condições.
 - e. Espaços verdes, dadas as características absorventes sonoras deste tipo de espaço foram definidos todos estes passos dentro do Concelho.
 - f. Infraestruturas de transporte, são as estruturas que mais contribuem para o ambiente sonoro sentido pelas populações. Foram identificadas e importadas fazendo a separação de faixas e inclusão de todas as cotas de terreno correspondentes por forma a descrever fielmente a sua localização
 - g. Fontes de ruído industriais – nesta caso foram identificadas e importadas todas as indústrias que contribuem de forma significativa para o ambiente sonoro.

2. Caracterização acústica das fontes de ruído, estruturas fixas e zonas de absorção. Esta caracterização consiste na recolha e tratamento de dados que permitam estimar de potência sonora a cada tipo de fonte. Note-se que foram consideradas todas as fontes relevantes para avaliação de um mapa estratégico tal como definido pela APA. Em termos genéricos esta caracterização corresponde a:
 - a. Vias rodoviárias, para cada uma foi definido o tráfego médio horário (TMH) separado por período (diurno, entardecer e noturno), por tipo de veículo (ligeiro e pesado) e a velocidade média estimada para cada uma. Foi ainda caracterizado o tipo de piso de cada via.
 - b. Vias ferroviárias, para cada uma foi definido o tráfego médio horário (TMH) separado por período (diurno, entardecer e noturno), por tipo de composição (classe associada a cada tipo de comboio e carruagens) e a velocidade média estimada. Foi ainda caracterizado o tipo de estrutura de suporte ao equipamento circulante.
 - c. Fontes industriais, para cada uma foi definida a potência acústica e direccionalidade.
 - d. Todo o edificado, estruturas construídas e solo foi caracterizado em termos de isolamento e absorção acústica. Nos casos em que se justifica é feita a atribuição de

- habitantes no edificado considerado, para permitir uma aferição, o mais rigorosa possível, da população exposta.
- e. Recolha da carta de zonamento acústico do concelho com identificação da classificação de cada zona em termos de níveis máximos de exposição ao ruído.
3. Introdução no modelo de cálculo de toda a informação referida nos anteriores pontos, tratada e verificada por forma a refletir, de forma o mais rigorosa possível, a realidade da geração, propagação e decaimento sonoro verificados em toda a área deste Concelho.
 4. Calibração/verificação da modelação, com base em medições reais. É efetuada uma análise qualitativa e quantitativa entre os valores previstos pelo modelo e os valores medidos, sendo investigada, caso suceda, qualquer tipo de discrepância entre valores.
 5. Cálculo do mapa de ruído. Nesta fase é efetuado o cálculo do mapa de ruído do concelho para os parâmetros L_{den} e L_n , para toda a área em análise e para uma cota de 4 m.
 6. Cálculo dos níveis de fachada. É efetuado o cálculo dos níveis da fachada mais exposta para uma cota de 4 m de altura e para todos os edifícios tendo em consideração o tipo de uso que de cada um.
 7. Elaboração da carta de conflitos, com base na carta de zonamento acústico e no mapa de ruído, que mostra as zonas de incumprimento dos valores máximos legais existentes no Concelho.
 8. Elaboração do relatório técnico, que consiste numa memória descritiva que inclui todos os dados e procedimentos efetuados para a elaboração do mapa e da carta de conflitos.
 9. Elaboração do relatório não técnico, que consiste numa informação sumária do que foi efetuado para elaboração dos mapas e carta de conflitos e uma explicação que permita uma leitura dos mesmos, mas sem necessidade de conhecimentos técnicos.

3.2. NORMAS TÉCNICAS E PARÂMETROS GLOBAIS DO MODELO DE CÁLCULO

Nesta secção são descritos os pormenores relacionados com a forma como foi efetuado o cálculo, nomeadamente as normas usadas para cada tipo de fonte e as opções tomadas para cada uma. A nível do cálculo global do modelo são também explicitadas todas as opções tomadas. Refira-se, uma vez mais, que todos os procedimentos visam cumprir pelo menos o mínimo estabelecido no documento “Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Versão 3 - APA, Dezembro 2011” emitido pela APA.

3.2.1. Tráfego Rodoviário

Para a modelação do ruído do tráfego rodoviário o método de cálculo usado foi o francês NMPB-Routes-96 (SETRA-CERTU-LCPC-CSTB), publicado no «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. No que se refere aos dados de entrada relativos à emissão, estes documentos remetem para o «Guide du bruit des transports terrestres, fascicule prevision des niveaux sonores, CETUR, 1980».

As opções de cálculo foram:

- a. Separação de faixas de rodagem, com cálculo independente para cada uma quando aplicável.
- b. Atribuição do tipo de piso a cada uma consoante a sua distribuição ao longo da via.
- c. Valores médios de velocidade consoante o tipo de via e o seu enquadramento no Concelho, tendo sido feita uma análise via a via.
- d. Segmentação de vias com diferentes valores de tráfego para cada secção.
- e. Gradiente de inclinação automático calculado pelo modelo.
- f. Largura de cada via de acordo com os dados cartográficos e número de faixas.
- g. Vias refletoras e acusticamente opacas mesmo para os viadutos.
- h. Definido o nº de sentidos que cada via tem.
- i. Foi ainda considerada a abordagem usada nos estudos das Grandes Infraestruturas de Transportes (GITs) já existentes para este Concelho.

3.2.2. Tráfego Ferroviário

Para o ruído do tráfego ferroviário o método de cálculo usado foi o Standaard-Rekenmethode II (SRMII) dos Países Baixos, publicado na «Reken—Meetvoorschrift Railverkeerslawaal’ 96, Ministerie Volkshulsvesting, Ruimtellijke Ordening en Milleubeheer, 20 de Novembro de 1996».

As opções de cálculo foram:

- a. Atribuição do tipo de via uma consoante a sua distribuição nas duas vias analisadas, no presente caso optou-se pelo tipo bb1 (definido na norma) para todas as vias.
- b. Valores médios de velocidade consoante o tipo de via e o seu enquadramento no Concelho, com base nos valores fornecidos pela REFER.
- c. Vias refletoras e acusticamente opacas ou transparentes consoante o tipo de viaduto.
- d. Caracterização do tráfego através das classes referidas na norma usada, tendo-se usado as classes 2, 4 e 6.

- e. Foi ainda considerada a abordagem sugerida nos estudos das GITs já existentes para este Concelho nomeadamente na caracterização das composições fazendo uma correspondência entre os valores de tráfego reais e a sua melhor adaptação para os casos em estudo.

3.2.3. Fontes Industriais

Para o ruído industrial usou-se a norma NP 4361-2:2001, «Acústica - Atenuação do som na sua propagação ao ar livre. Parte 2: Método geral de cálculo».

Os dados de emissão de ruído (dados de entrada) apropriados para este método podem ser obtidos a partir de medições, efetuadas de acordo com cada uma das seguintes normas:

- ISO 8297:1994, «Acoustics — Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment — Engineering method»;
- NP EN ISO 3744:1999, «Acústica — Determinação dos níveis de potência acústica emitidos pelas fontes de ruído a partir da pressão sonora — Método de perícia em condições que se aproximam do campo livre sobre um plano refletor»;
- EN ISO 3746:1995, «Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using an enveloping measurement surface over a reflecting plane»

Apenas foi considerada uma indústria no modelo, uma vez que foi a única abrangida pelo Procedimento de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição (PCIP) conforme definido nas diretrizes para elaboração de mapas de ruído da APA. Dada a sua localização (ao lado de uma GIT), a sua complexidade e dimensão do seu edificado optou-se por efetuar a sua modelação de acordo com uma área radiante, pois mostrou ser o a que representava um melhor ajuste com as medições efetuadas no terreno.

3.2.4. Parâmetros Globais do Modelo de Cálculo

Os parâmetros de cálculo globais descrevem as opções do modelo para as previsões efetuadas e refletem a preocupação de rigor na elaboração deste mapa. Seguidamente estão descritas estas opções:

- a. Malha de cálculo equidistante com dimensões de 10mx10m.
- b. Altura do cálculo efetuado relativamente ao solo: 4 m.
- c. Definição das curvas de nível de 2m em 2m.
- d. Número de reflexões: 1 reflexão.
- e. Reflexão no solo dependente do tipo de solo, incluindo floresta e solo medianamente refletivo.
- f. Característica geral do solo em espaço aberto (valor 0 corresponde a um pavimento rígido refletor e 1 corresponde a um solo absorvente): $G=0,50$.
- g. Edifícios refletores difusos (fachada complexa).
- h. Temperatura média do ar: 15°C.
- i. Humidade relativa média: 70%.
- j. Área de habitação por habitante: 40,0 m²/hab.
- k. Altura média por piso: 2,8m
- l. Meteorologia simplificada: dia 3,0; entardecer 1,5; e, noite 1,5.
- m. Frequência do vento em cada direção de acordo com o quadro seguinte.

Quadro 3 - Frequência e direção do vento

	20°	40°	60°	80°	100°	120°	140°	160°	180°	200°	220°	240°	260°	280°	300°	320°	340°	360°
Dia	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50
Noite	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Entardecer	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75

4. INFORMAÇÃO DE BASE, FONTES DE RUÍDO E VALIDAÇÃO

4.1. INFORMAÇÃO DE BASE

Para proceder ao cálculo dos mapas de ruído de acordo com os métodos de cálculo recomendados e utilizando o *software* disponível, é necessário dispor de informação relativa à caracterização física e geográfica do território e à identificação e caracterização das fontes de ruído consideradas. Toda a caracterização física foi efetuada com base na Cartografia digital do Município de Oeiras (proveniente do levantamento aerofotogramétrico, à escala 1:2000 – voo de Abril de 2010), homologada pela DGT (Direção Geral do Território) em Julho de 2012.

4.1.1. Altimetria

A altimetria usada é proveniente da Cartografia digital do Município de Oeiras, que como já foi referido foi homologada pela DGT, em Julho de 2012 e tem uma equidistância entre isolinhas de 2m. Trata-se de um conjunto de 73664 curvas de nível, com 331606 pontos ao todo. Toda a altimetria foi tratada e integrada no modelo que efetuou posteriormente uma triangulação para os seus cálculos. O modelo usa todas as curvas de nível como definidoras de obstáculos acústicos, bem como todas as linhas de triangulação.

4.1.2. Edifícios e Barreiras Acústicas

O edificado também foi extraído da Cartografia digital, homologada, do Município de Oeiras e contabiliza no total 63875 polígonos. Foram ainda integrados 34 muros/barreiras e 21 pontes/viadutos. A reflexão considerada para cada edifício implica uma absorção de 1 dB nas fachadas, sendo portanto uma generalização conservativa. Todos os edifícios foram considerados opacos acusticamente e todas as barreiras foram caracterizadas acusticamente (absorventes ou refletoras).

4.2. FONTES DE RUÍDO

Como já foi referido os mapas estratégicos de ruído relativos às aglomerações do concelho de Oeiras incidem particularmente no ruído emitido por tráfego rodoviário, tráfego ferroviário e instalações industriais.

4.2.1. Tráfego Rodoviário

São consideradas, como fontes rodoviárias de ruído à escala do concelho, as infraestruturas rodoviárias estruturantes existentes (todo o 1º e 2º nível, e algumas vias do 3º nível com maior volume de tráfego, conforme a proposta de Revisão do Plano Diretor Municipal – ver Anexo 1), num total de 91 vias, das

quais 2 são autoestradas, 6 são nacionais / principais e 83 são municipais, correspondendo a 233 troços caracterizados no modelo de cálculo do IMMI.

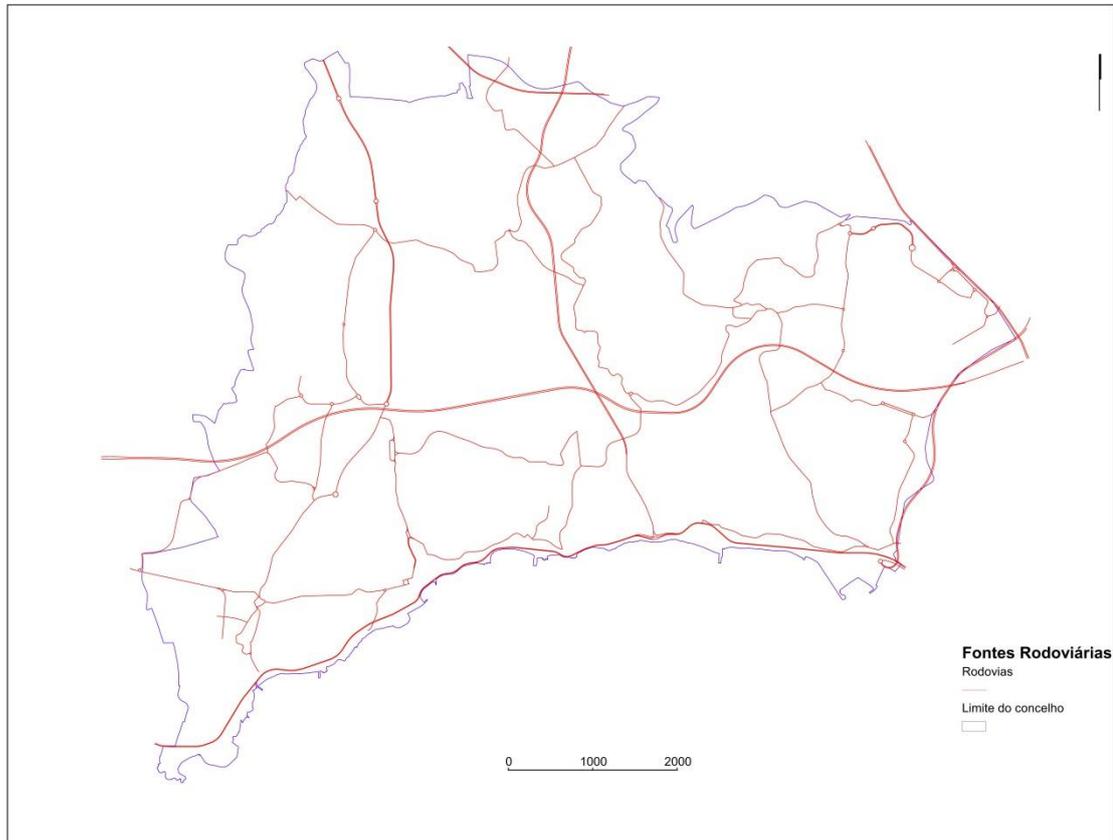


Figura 1 – Fontes rodoviárias

Os dados inerentes à geometria, características físicas e de funcionamento das vias foram recolhidos com base na atualização da cartografia planimétrica do município de Oeiras (Versão de 2009), bem como no trabalho de reconhecimento levado a cabo com apoio dos ortofotomapas (versão de 2009 - voo de Fevereiro de 2009, com resolução espacial de 0,1m) e trabalho de campo.

Todos os dados referentes ao tráfego rodoviário encontram-se disponíveis no anexo 5 da presente memória descritiva.

Vias municipais

Para a recolha dos dados de tráfego das **vias municipais** foram realizadas contagens de tráfego, contratadas à empresa RDT – Recolha de Dados de Tráfego Lda., cujo trabalho de campo decorreu entre 11 e 21 de Outubro de 2011. Realizaram-se 39 postos de contagens de tráfego multidireccionais, em pontos sempre que possível coincidentes com anteriores contagens (em 2004 também para os trabalhos do Mapa de Ruído e em 2006 para o Estudo de Mobilidade e Acessibilidades de Oeiras).

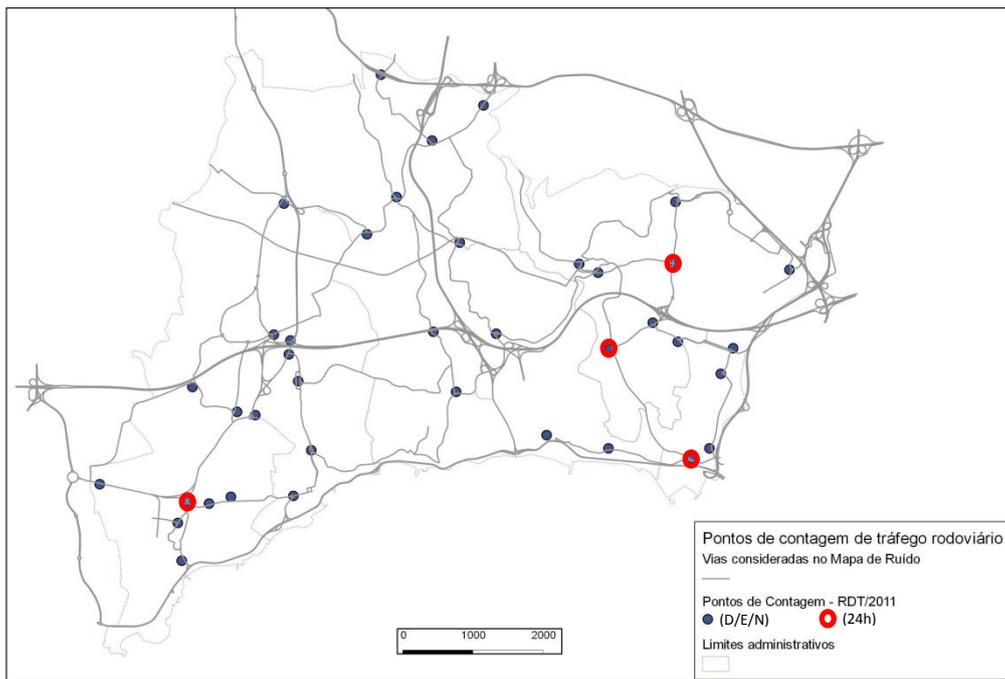


Figura 2 – Pontos de contagem de tráfego nas vias municipais

Importa referir que 4 postos foram contados durante 24 horas, tendo os restantes 35 postos sido contados por amostragem nos três períodos do dia relevantes para a elaboração do mapa de ruído, num total de 5,5 horas de amostragem:

- 2 horas no período diurno (entre as 7:00h e as 20:00h);
- 1,5 horas no período do entardecer (das 20:00h às 23:00h) e
- 2 horas no período noturno (das 23:00h às 7:00h).

A localização dos pontos de contagem encontra-se no Anexo 4.

Os dados de tráfego das vias nacionais foram recolhidos no Sistema Integrado de Controlo e Informação de Tráfego da Estradas de Portugal, S.A. (SICIT), que esteve disponível online em 2011 e 2012:

<http://telematica.estradasdeportugal.pt/pls/alqueva/f?p=105:1:0::NO:::>

Os dados das autoestradas concessionadas não são disponibilizados por este Sistema, pelo que foram disponibilizados pela BRISA, consultados os Relatórios disponibilizados pelo Instituto de Infraestruturas Rodoviárias, I.P., em:

<http://www.inir.pt/portal/RedeRodoviária/Relatórios/tabid/142/language/pt-PT/Default.aspx>.

Posteriormente foram recebidos dados diretamente da BRISA por ofício em 23 de Abril de 2013 e que serviram para complementar o modelo de cálculo.

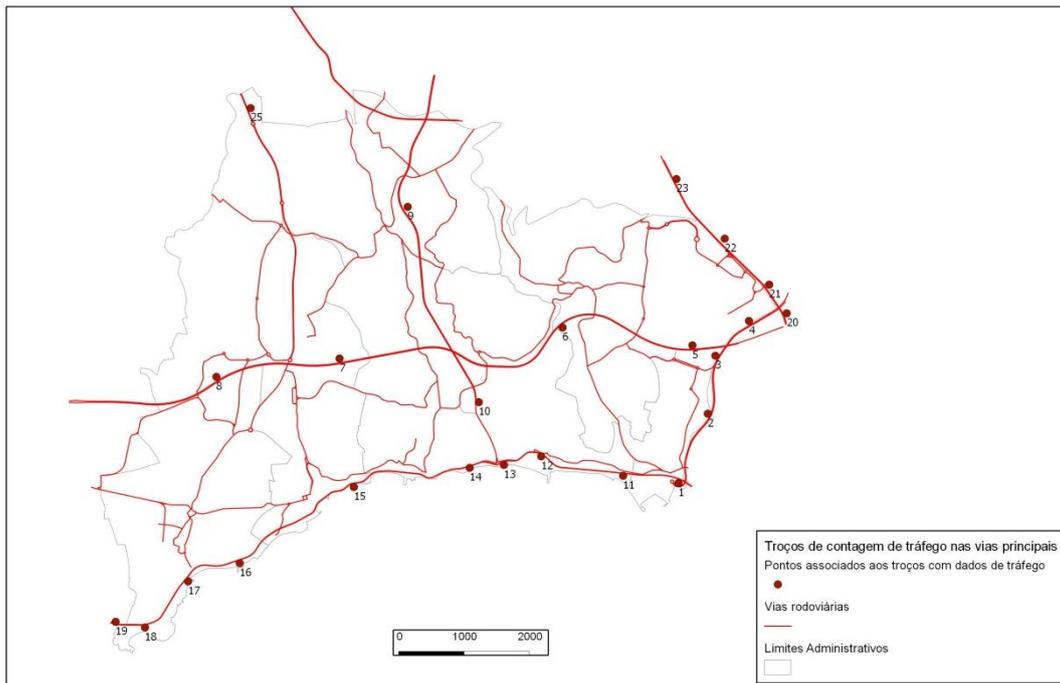


Figura 3 – Pontos correspondentes às contagens de tráfego no SICIT e relatórios do INIR

Tendo em conta o modo como os dados de tráfego são introduzidos no modelo de cálculo, o tratamento dos dados das contagens é feito de modo a obter os valores do tráfego médio horário (TMH) em (1) cada um dos troços de via, (2) por cada um dos períodos do dia e (3) para veículos ligeiros e para veículos pesados.

A associação dos dados de contagem aos troços das vias consideradas foi feito de forma direta para os locais onde se realizaram as contagens e por estimativa para os restantes, tendo em conta a normal circulação do tráfego e o conhecimento de terreno (ver Anexo 4).

A determinação do tráfego médio horário por troço para cada um dos períodos do dia a considerar foi feita de acordo com a seguinte metodologia:

1. As contagens de tráfego realizadas durante 24 horas em 4 vias do concelho (pontos I13, C4, C20 e C28) permitiram dispor dos valores de TMH para cada um dos períodos do dia, para veículos ligeiros e pesados, fazendo o somatório das contagens de 15 min por hora, e o valor de TMH por período resulta da média dos valores horários de cada período.
2. Os valores horários das contagens de 24 horas foram tratados de modo a obter as curvas adimensionais que caracterizam o comportamento do tráfego ao longo do dia (de veículos ligeiros e de veículos pesados), sendo que o valor adimensional do tráfego (T_{ad}) em cada hora (i) corresponde ao valor de contagem de tráfego nessa hora (T_i) a dividir pelo valor total de tráfego por cada ponto de cálculo feito separadamente para os valores do tráfego de veículos ligeiros e para os valores do tráfego de veículos pesados.
3. Foi feita a média de todos os valores horários adimensionais para o total dos movimentos em cada um dos pontos, obtendo-se o “comportamento médio” do tráfego ao longo das 24 horas, separadamente para os veículos ligeiros e para os veículos pesados.

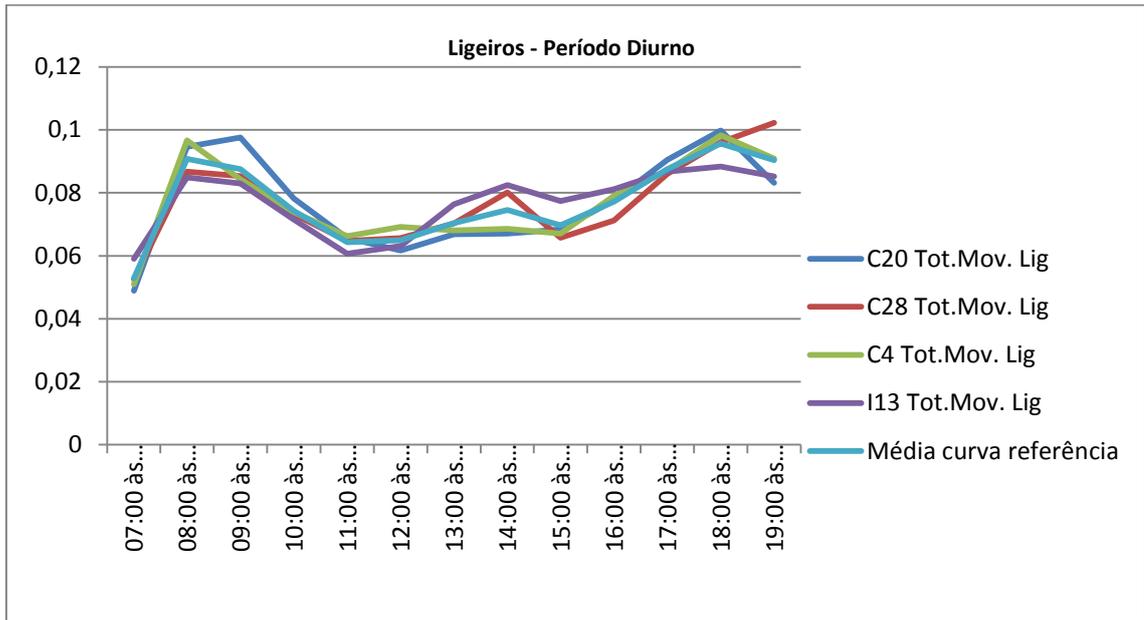


Figura 4 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos ligeiros para o período diurno

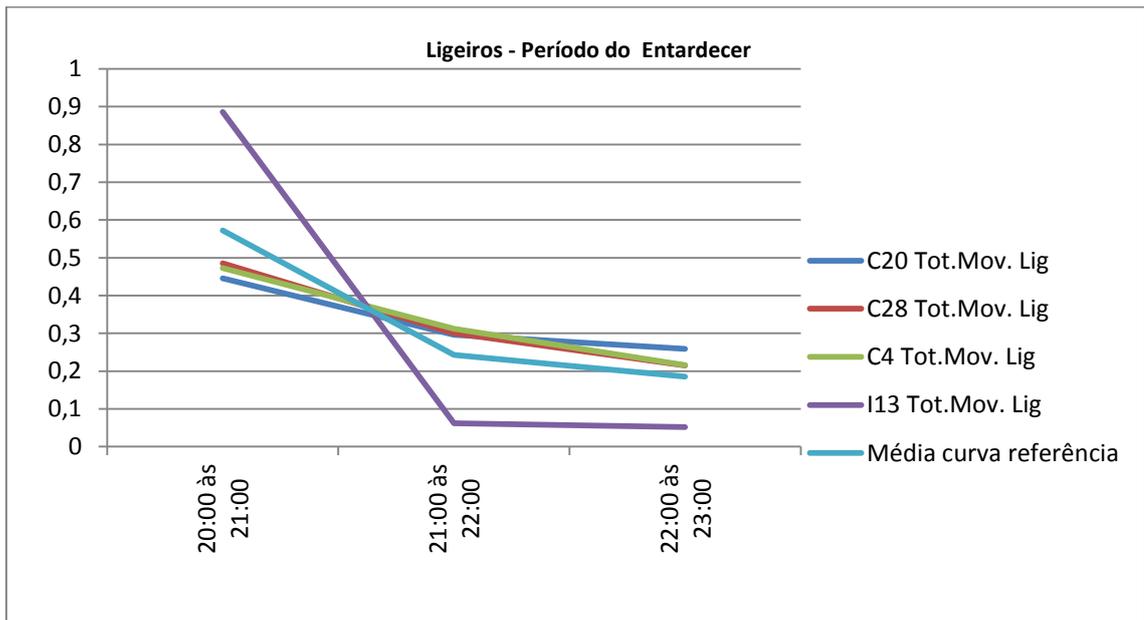


Figura 5 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos ligeiros para o período do entardecer

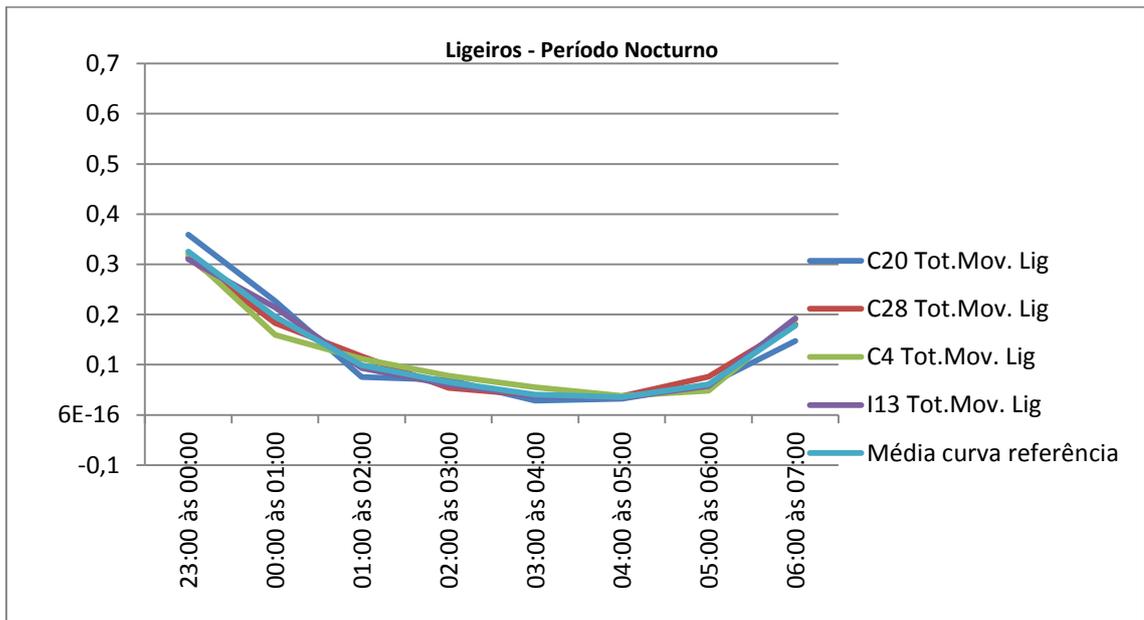


Figura 6 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos ligeiros para o período noturno

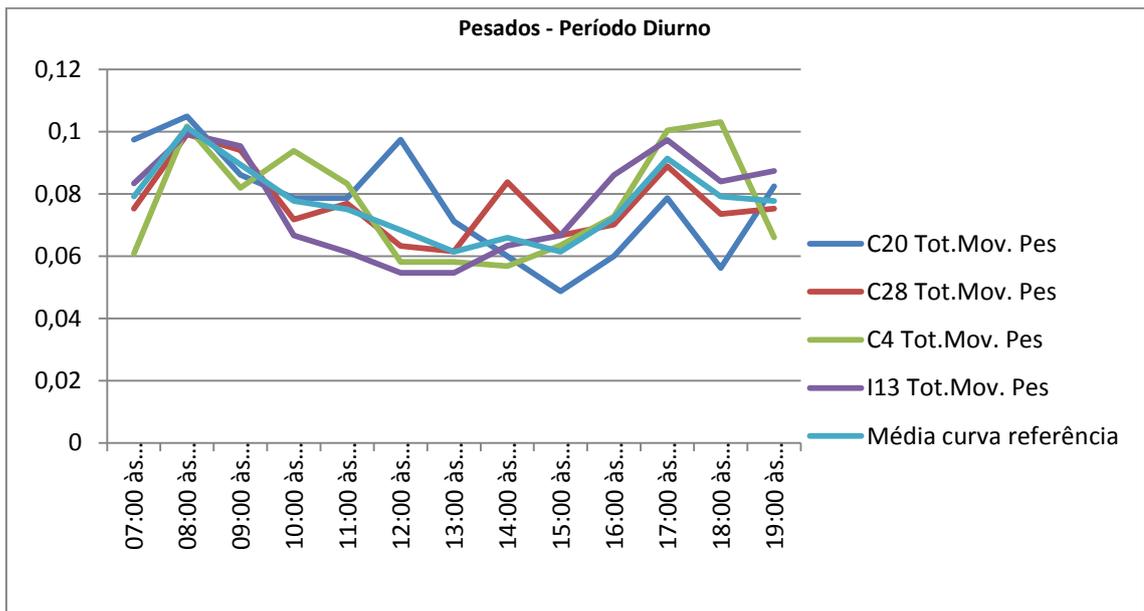


Figura 7 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos pesados para o período diurno

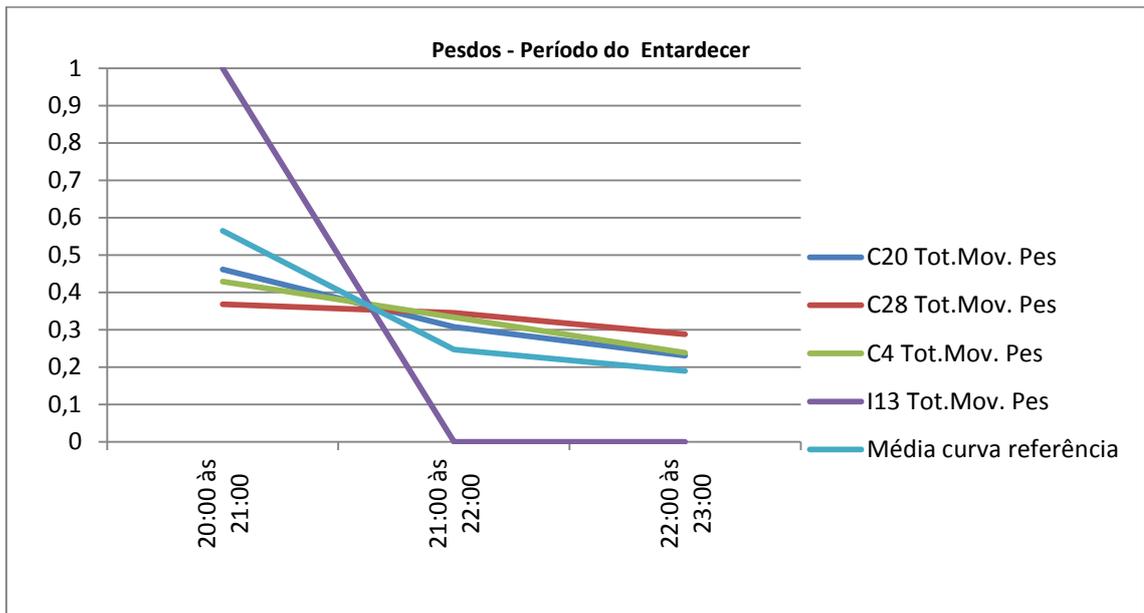


Figura 8 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos pesados para o período do entardecer

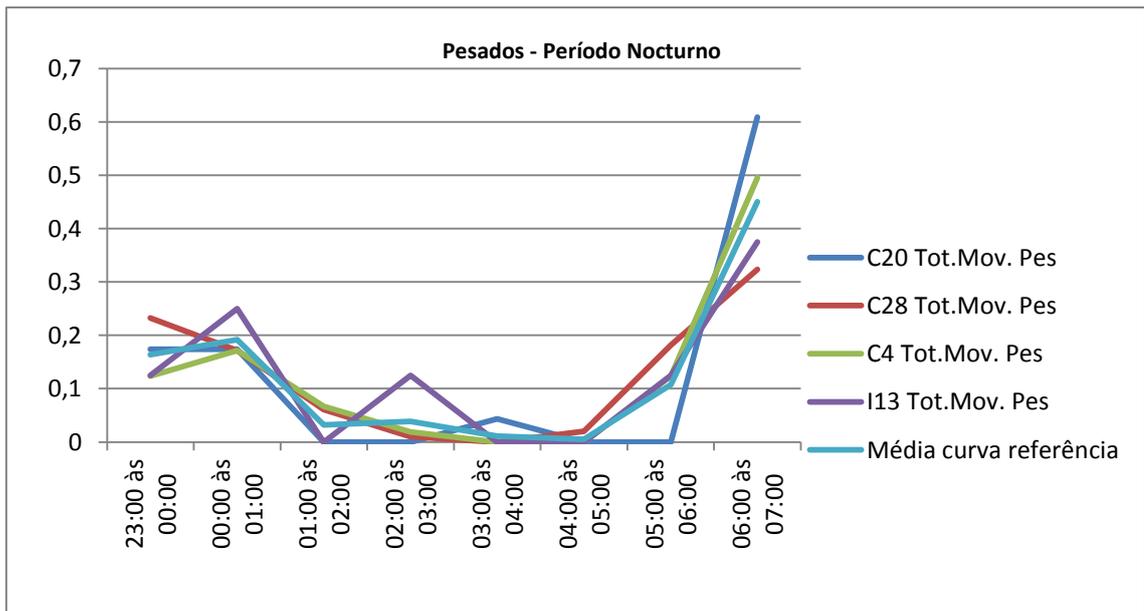


Figura 9 – Curvas típicas adimensionais para o tráfego de veículos pesados para o período noturno

Para cada um dos movimentos em cada um dos pontos onde foram realizadas contagens de tráfego por amostragem, os dados contados em períodos de 15 minutos foram usados para estimar o valor do tráfego total por período. Para aproveitar toda a informação disponível e simultaneamente reduzir o erro da estimativa calculou-se a média dos valores tráfego por período com base nos valores das amostras por período disponíveis.

Estradas nacionais

Para as restantes vias consideradas, o SICIT disponibiliza o TMD por sentido de circulação, velocidade média e a proporção de pesados (P%). Recorreu-se à distribuição média do tráfego, pelos períodos do dia, resultante da análise dos dados das contagens nas vias municipais, para fazer a estimativa dos volumes de tráfego por período, em cada um dos troços destas vias principais.

A distribuição percentual típica do tráfego por período do dia e tipo de veículos, resultante da média dos dados de contagens de tráfego em 24h, nas vias municipais e relativos ao total de veículos ao longo das 24h é apresentada no quadro seguinte.

Quadro 4 – Distribuição percentual de tráfego rodoviário considerada nas estradas nacionais e municipais

Períodos	Ligeiros	Pesados
D - Diurno (7h00-20h00)	84,91%	1,99%
E - Entardecer (20h00-23h00)	9,21%	0,17%
N - Noturno (23h00-7h00)	3,57%	0,15%

Autoestradas

Os dados das duas autoestradas que atravessam o concelho – A5 e A9 – foram fornecidos pela Brisa por ofício (em Abril de 2013), com base no TMDA por sublanço e respetiva distribuição por tipo de veículo e por período do dia. Foram ainda consultados os relatórios técnicos relativos aos mapas estratégicos destas GIT fornecidos pela Concessionária (BRISA) “ Mapas Estratégicos de Ruído da A5: Lisboa - Cascais e da A9: Estádio Nacional – Alverca, Relatório Final, Referência do Relatório: 08_175_MRIT01 Data do Relatório: 2009-03-27 dBlab”.

4.2.2. Tráfego Ferroviário

As fontes ferroviárias existentes no concelho de Oeiras são as seguintes:

- CP – Comboios de Portugal - Linha de Cascais;
- CP – Comboios de Portugal - Linha de Sintra.

Os dados fornecidos para estas infraestruturas foram disponibilizados por correio eletrónico pela REFER (a 5 de Abril). Com base nestes dados estimaram-se os volumes de tráfego médio e velocidades médias de circulação para ambas as vias tendo-se assumido:

- Velocidade média para linha de Cascais – 80 km/h;
- Velocidade média para a linha de Sintra – 50 km/h.

Seguidamente apresentam-se os resumos dos valores de tráfego ferroviário para as linhas consideradas, com referência ao total de passagens nos dois sentidos e por categoria (Norma SRMII).

Quadro 5 – Tráfego Médio Diário Anual para a linha de Sintra entre Cacém e Monte Abraão

Categoria	Diurno	Entardecer	Noturno
2	188,2	34,2	37,9
4	0,6	0,3	0,0
6	11,3	0,6	2,0

Quadro 6 – Tráfego Médio Diário Anual para a linha de Lisboa-Cascais entre Belém e Oeiras

Categoria	Diurno	Entardecer	Noturno
2	182	25	21

Quadro 7 – Tráfego Médio Diário Anual para a linha de Lisboa-Cascais entre Oeiras e Carcavelos

Categoria	Diurno	Entardecer	Noturno
2	116	19	22

Os dados apresentados foram convertidos de forma que o tráfego por categoria de comboio de acordo com a SRMII se ajustasse ao ruído previsto para estas linhas em particular, permitindo assim um maior rigor nas previsões. Para o efeito foi seguida a metodologia sugerida no estudo do Mapa de Ruído Estratégico destas GIT: “Mapa Estratégico de Ruído das Grandes Infraestruturas de Transporte Ferroviário Linha de Sintra, REFER, Junho 2008” e “Mapa Estratégico de Ruído das Grandes Infraestruturas de Transporte Ferroviário, Linha de Cascais (Revisão 1), Julho 2008”. Estes dados encontram-se no anexo 6 da presente memória descritiva.

4.2.3. Estabelecimentos Industriais

Nos primeiros estudos realizados pela CMO, em 2003/2004, no âmbito do Mapa de Ruído no quadro do Decreto-Lei nº 292/2000, foi realizada uma identificação das atividades industriais com dimensão e características relevantes para a sua consideração como fontes de ruído. Ao longo do tempo foi feita uma atualização dessa informação de base e de forma mais exaustiva em 2009, durante os trabalhos para a revisão do Plano Diretor Municipal de Oeiras. Com base nestes dados é possível detetar uma tendência para a redução progressiva do número de estabelecimentos industriais em laboração no concelho, e em particular nas empresas que foram inicialmente consideradas como fontes fixas para o mapa de ruído, existindo neste momento apenas uma empresa nessas condições, nomeadamente a Lisgráfica, S.A..

Para a modelação no IMMI, foi necessário, em primeiro lugar, georreferenciar a fonte industrial (com base na cartografia do GDM/CMO), fazendo-se a caracterização da geometria da fonte sonora (forma e tipo dos edifícios industriais). De seguida, fez-se a caracterização da sua Potência Sonora (L_W). Na ausência de informação das potências sonoras dos diversos equipamentos ruidosos, a potência sonora total de cada instalação foi estimada a partir de medições da pressão sonora nas imediações, recorrendo aos dados de autocontrolo ambiental da empresas e realizando medições na área industrial. Para calcular a potência sonora da fonte industrial identificada, usou-se a norma ISO 8297:1994 através da equação que se segue:

$$L_{w,\eta} = LP_{\text{médio}, \eta} + \Delta L_S + \Delta L_F + \Delta L_M + \Delta L_\alpha$$

em que,

- $L_{w,\eta}$ – Potência sonora em cada período (diurno, entardecer e noturno)

- $L_{P_{médio, \eta}}$ - Nível Médio de Pressão Sonora, em dB de cada período (diurno, entardecer e noturno). Integração dos valores medidos de nível de pressão sonora usando um sonómetro integrador sendo aplicável a cláusula 9.5.3 da norma ISO 8297:1994, ou seja, é usado o valor de $L_{Aeq,T}$ nível de pressão sonora contínuo num dado intervalo de tempo (aproximadamente 30 minutos) – ver equação 3 abaixo;
- ΔL_S - Fator de área para a superfície de medição, de acordo com a fórmula apresentada na norma ISO 8297:1994;
- ΔL_F - Fator de correção de proximidade, relacionando a distância de medição média (variando de 10 a 20m) com a área de cada unidade industrial, de acordo com a fórmula apresentada na norma ISO 8297:1994;
- ΔL_M - Fator de correção do microfone (0 porque se trata de um microfone omnidirecional);
- ΔL_α - Fator de atenuação (não aplicável).

O valor de $L_{P_{médio, \eta}}$ foi obtido integrando no tempo, os valores de $L_{eq,T}$ do ruído ambiente na zona envolvente à área industrial a estudar, durante o tempo de laboração da indústria, em cada período considerado (diurno, entardecer e noturno), e o $L_{eq,T}$ do ruído residual, sempre que foi possível obter uma medição representativa enquanto a indústria parava (medição durante o período de almoço).

A integração no tempo faz-se aplicando a seguinte fórmula para cada período de tempo considerado (diurno, entardecer e noturno):

$$LP_{médio, \eta} = 10 \text{Log} \left[\frac{1}{T_\eta} \left(t_f 10^{\frac{L_{eq,T}RA}{10}} + (T_\eta - t_f) 10^{\frac{L_{eq,T}RR}{10}} \right) \right] dB$$

Onde:

- $LP_{médio, \eta}$ – Valor que será comparado com o valor obtido pela simulação no modelo, resultante da integração no tempo para cada período (diurno, entardecer e noturno);
- T_η – número de horas de cada período considerado (diurno - 13h; entardecer - 3h e noturno - 8h);
- T_f – número de horas de funcionamento de cada unidade industrial;
- $L_{eq,T} RA$ – Valor de ruído ambiente medido durante a laboração da unidade industrial (incluindo outras fontes de ruído existentes) a cerca de 10m.
- $L_{eq,T} RR$ – Valor de ruído residual medido com a unidade industrial parada (correspondente às fontes de ruído presentes)

A caracterização da fonte pontual industrial foi uma das fases de trabalho mais complexa, dada a dificuldade em isolar esta fonte do ruído envolvente e, por outro lado, ser inviável fazer cessar a sua laboração. É de notar os valores de $LP_{médio, \eta}$ usados, obtidos através da campanha de caracterização do ruído industrial fornecida pela própria é referente a 2009.

Quadro 8 – Nível estimado de potência sonora das fontes industriais

Instalação	Nível estimado de potência sonora por unidade de área (m ²) em dB(A)
------------	--

	L _w Diurno	L _w entardecer	L _w Noturno
Lisgráfica	65,8	71,5	68,6

4.2.4. Áreas especiais de absorção

Foram definidas 249 áreas florestais/jardins que constituem zonas muito absorventes acusticamente ($\alpha=1$) e que estão apresentadas no anexo 4.

4.3. VALIDAÇÃO

Por forma a validar o mapa foram efetuadas medições pelo ISQ (Instituto de Soldadura e Qualidade) em 13 pontos em 2011/2012 estrategicamente distribuídos pelo Concelho. A referência a este relatório está apresentada no anexo 8.

4.3.1. Pontos de Validação

Os pontos encontram-se localizados em planta no anexo 4 sendo que a sua localização foi escolhida por forma a caracterizar locais que tivessem fontes de ruído com significado e quando possível coincidissem com os locais onde se efetuaram contagens de veículos.

4.3.2. Medições acústicas

As medições acústicas foram efetuadas por um Laboratório Acreditado (ISQ, certificado IPAC-L0219) de acordo com 3 tipos diferentes de caracterização o ambiente sonoro:

- No ponto 1 foi efetuada uma medição em contínuo de 5 dias.
- No ponto 2 foi efetuada uma medição de 24h.
- No ponto 3 foi efetuada uma medição de 48h.
- Nos restantes pontos foram recolhidas duas amostras de 15 min por período de referência (Diurno, Entardecer e Noturno).

Em todas as medições o sonómetro foi colocado a uma altura de 4m e seguidos todos os procedimentos descritos na norma NP ISO 1996:2011 - partes 1 e 2 e ISO 9613:1996 - parte 2.

4.3.3. Calibração do modelo

A calibração/validação do modelo de cálculo foi efetuada comparando as medições com os valores previstos pelo modelo para os mesmos pontos. O quadro seguinte mostra essa comparação bem como o desvio verificado.

Quadro 9 –Desvios entre os valores previstos e medidos para validação do modelo

Ponto	Previstos		Medidos		Desvios		Observações
	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	L_n	L_{den}	
1	65,5	73,9	67,4	75,7	-1,9	-1,8	Aceite
2	65,7	76,2	66	74,3	-0,3	1,9	Aceite
3	55,6	65,6	55,4	65,3	0,2	0,3	Aceite
4	67	72,9	65	74	2	-1,1	Aceite
5	59,6	68,0	NA	NA	NA	NA	Rejeitado - medido atrás de um muro relativamente à fonte principal
6	66,7	73,6	NA	NA	NA	NA	Rejeitado uma vez que o valor noturno foi atípico e a medição noturna foi efetuada às 23h00. No entanto os desvios relativamente ao L_d e ao L_e foram inferiores a 2 dB.
7	55,3	65,6	55,4	65,3	-0,1	0,3	Aceite
8	54,7	66,0	NA	NA	NA	NA	Rejeitado, uma vez que o valor noturno foi atípico, 12 dB abaixo do L_d . No entanto os desvios relativamente ao L_d e ao L_e foram inferiores a 2 dB.
9	62,7	70,4	62,5	71,1	0,2	-0,7	Aceite
10	61,9	70,2	60,9	71,3	1	-1,13	Aceite
11	62,2	71,2	64	72,4	-1,8	-1,2	Aceite
12	59,8	67,9	59,7	68,8	0,1	-0,9	Aceite
13	52,4	59,4	51,3	60,1	1,1	-0,7	Aceite

NA – Não aplicável

Da observação do quadro anterior, conclui-se que na generalidade dos pontos medidos se verifica um bom ajuste entre os valores previstos e medidos tendo-se verificado desvios inferiores a 2 dB. Nos pontos 5, 6 e 8 optou-se por rejeitar a medições por se considerar que estas não refletem de forma rigorosa o nível médio de ruído, por período de referência.

Tratando-se de pontos estrategicamente localizados em locais que se encontram contaminados pelo ruído proveniente das fontes mais importantes no Concelho, nomeadamente as GITs rodo-ferroviárias, considera-se que o ajuste demonstrado revela uma modelação que cumpre com rigor a função de mapear o ambiente sonoro na área analisada.

5. RESULTADOS E ANÁLISE

Como resultados das simulações efetuadas obtiveram-se os seguintes elementos:

- Mapas de ruído para o ano de 2011, para os parâmetros L_{den} e L_n .
- Mapa de conflitos para o ano de 2011.
- Valores estatísticos de fachadas mais expostas / relação do número de habitantes expostos.

Os mapas dos parâmetros L_{den} e L_n e os mapas de conflitos encontram-se nos anexos 1 e 3 respetivamente. A avaliação estatística de fachadas expostas encontra-se apresentada nos quadros seguintes.

Os mapas de conflitos foram elaborados com base nos mapas de ruído globais e no zonamento acústico definido pela CM de Oeiras. Foram calculados os desvios existentes entre os valores legais e os valores previstos para cada local para ambos os parâmetros L_{den} e L_n . Posteriormente, o mapa de conflitos foi determinado selecionando o valor máximo do desvio de cada um destes parâmetros. Verificou-se que para este mapa de ruído e para o tipo de zonamento usado o parâmetro L_n é o que tipicamente apresenta maiores desvios face à legislação.

Por forma a avaliar o impacte efetivo dos níveis acústicos estimados pelos mapas de ruído, procedeu-se à determinação dos valores de fachada, e à avaliação da população exposta por classes de ruído e por tipo de fonte.

O número de habitantes por edifício foi determinado a partir da população residente ao nível da subsecção estatística dos Censos da População de 2011, através da proporção de alojamentos residenciais em cada edifício relativamente ao número total de alojamentos residenciais no conjunto da subsecção. Deste modo, foi utilizada uma informação muito mais detalhada do que uma simples média de densidade habitacional do Concelho.

De acordo com a legislação e as normas técnicas aplicáveis, foram seguidos os seguintes procedimentos no cálculo de fachadas e de população exposta:

- Determinação dos níveis sonoros por tipo de fonte sonora (rodoviária, ferroviária e industrial) e por indicador (L_{den} e L_n) – mapas estratégicos de ruído;
- Determinação dos níveis sonoros incidentes nas fachadas dos edifícios habitacionais, por interpolação dos níveis determinados nos mapas estratégicos, assumindo a definição dos pontos recetores conforme a Diretiva Europeia (END) e atribuindo ao edifício o nível sonoro de acordo com o método da “fachada mais exposta”;
- Quantificação da população exposta por tipo de fonte e por classe de ruído, contabilizando o total da população de cada edifício conforme a classe de ruído atribuída ao edifício com os critérios atrás expostos.

Quadro 10 – Nº de habitantes expostos ao ruído – todas as fontes

Gama de valores de ruído em dB(A)	>35-40	>40-45	>45-50	>50-55	>55-60	>60-65	>65-70	>70-75	>75-80	>80-...
L_d	1216	31715	58480	36571	18169	15713	6076	1156	0	0
L_e	935	30911	61347	39415	18274	13840	4360	14	0	0
L_n	32054	59876	38921	19427	13573	3785	349	0	0	0
L_{den}	100	6166	50901	53641	28907	16149	10644	2565	23	0

Os resultados mostram que para o critério de exposição máxima há um total previsto de 17.707 habitantes expostos a níveis de ruído $L_n > 55$ dB(A) e que se prevê que existam 13.232 habitantes

expostos a valores de ruído $L_{den} > 65$ dB(A). Tendo sido opção deste Município a não definição de qualquer zona sensível, estes valores mostram o número estimado de habitantes em situação de excesso de ruído de acordo com RGR. Mostram igualmente que o critério de exposição do parâmetro L_n é mais exigente do que L_{den} , ou seja é mais difícil cumprir o RGR durante o período noturno. A análise estatística da área afetada pelos níveis de ruído mostra a mesma tendência que o quadro anterior, relativo ao número de habitantes expostos ao ruído.

Quadro 11 – % de área contaminada com ruído por escalões e para o parâmetro L_{den} (todas as fontes)

Gama de valores de ruído em dB(A)	>...55.0	>55.0-60.0	>60.0-65.0	>65.0-70.0	>70.0...
% de área do Concelho	34,2	26,4	17,2	11,5	10,7

O quadro anterior mostra que 22,2% da área do Concelho está acima do limite máximo para zonas mistas, para o parâmetro L_{den} (> 65 dB(A)).

Quadro 12 – % de área contaminada com ruído por escalões e para o parâmetro L_n (todas as fontes)

Gama de valores de ruído em dB(A)	>...45.0	>45.0-50.0	>50.0-55.0	>55.0-60.0	>60.0...
% de área do Concelho	22,0	30,1	20,4	13,9	13,6

O quadro anterior mostra que 27,5% da área do Concelho está acima do limite máximo para zonas mistas, para o parâmetro L_n (>55 dB(A)).

Os dados de população exposta conforme o tipo de fonte evidenciam a importância das fontes rodoviárias neste concelho.

Quadro 13 – Número estimado de pessoas (em unidades) expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} , a 4m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora

	Número estimado de pessoas			
	Tráfego Rodoviário		Tráfego Ferroviário (GIT's)	Indústria
	Só GIT's	Todas as fontes		
$55 < L_{den} \leq 60$	19584	27779	1863	0
$60 < L_{den} \leq 65$	5215	15683	996	0
$65 < L_{den} \leq 70$	1765	9435	1509	0
$70 < L_{den} \leq 75$	402	815	1239	0
$L_{den} > 75$	6	42	0	0

Quadro 14 – Número estimado de pessoas (em unidades) expostas a diferentes gamas de valores de L_n , a 4m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora

	Número estimado de pessoas			
	Tráfego Rodoviário		Tráfego Ferroviário (GIT's)	Indústria
	Só GIT's	Todas as fontes		
$45 < L_n \leq 50$	32122	37720	2249	0
$50 < L_n \leq 55$	9941	18903	1268	0
$55 < L_n \leq 60$	2479	12534	1102	0
$60 < L_n \leq 65$	1010	1944	1843	0
$65 < L_n \leq 70$	30	259	18	0
$L_n > 70$	0	15	0	0

As fontes de ruído que mais contribuem para a perturbação do ambiente sonoro no Concelho são claramente as GITs, nomeadamente:

- A5;
- A9;
- EN249;
- EN6 (Marginal);
- Linha CP Lisboa – Cascais.

Estas vias, pela potência sonora radiada e pela sua extensão (cerca de 10 km no caso da A5) dentro do Município, influenciam a sua envolvente criando uma zona de excesso de ruído ($L_n > 55$ dBA) que em alguns casos (A5) atinge os 400m medidos relativamente ao centro da via.

O IC19 e a Linha de Sintra também têm potências acústicas muito elevadas mas o seu efeito acaba por ser limitado pelo facto de terem uma extensão relativamente reduzida dentro do Concelho (1700 m).

Estes resultados indicam que este Concelho tem valores de ruído e de área acusticamente contaminada típicos de uma zona com grande densidade habitacional e elevado número de fontes de ruído. Apesar disto o número de pessoas expostas a níveis de excesso de ruído é de cerca de 10% da população total.

6. BIBLIOGRAFIA

Decreto-Lei nº 146/2006 de 31 de Julho (Transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva nº 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente).

Diretiva nº 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Decreto-Lei nº 9/2007 de 17 de Janeiro (Aprova o Regulamento Geral do Ruído e revoga o regime legal da poluição sonora, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro).

APA (2011) Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Versão 3 - Dezembro 2011. Amadora; http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudiosReferencia/DirectrizesMapasDez2011_todo_2.pdf (Cons. Dez. 2012).

APA (2011a) Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído - Versão 3 – Dezembro de 2011. Amadora.

http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/NotasTecnicas_EstudiosReferencia/Recomendaes_Mapa_sDigitaisRudo_Dezembro2011.pdf (Cons. Dez. 2012).

Brisa (2009) Mapas Estratégicos de Ruído da A5: Lisboa – Cascais e da A9: Estádio Nacional – Alverca. Relatório Final. Rio de Mouro, 27/3/2009. http://www.brisa.pt/ResourcesUser/Sustentabilidade/Mapas_Ruido/A5_A9/RELATORIO_FINAL/Relatorio_Tecnico/08_175_MRIT01.pdf (Cons. Dez. 2012).

INIR (2012) Relatório de Tráfego na Rede Nacional de Auto-Estradas - 4º Trimestre de 2011, InIR, I.P., Março de 2012. <http://www.inir.pt/portal/RedeRodovi%C3%A1ria/Relat%C3%B3rios/tabid/142/language/pt-PT/Default.aspx> (Cons. Dez. 2012).

WG-AEN (2007) Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure - Position Paper. Version 2 - 13th August 2007. European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN). <http://ec.europa.eu/environment/noise/pdf/gpg2.pdf> (Cons. Dez. 2012).

CMO (2012) Proposta de Revisão do Plano Diretor Municipal de Oeiras – Elementos de Acompanhamento – Mapa de Ruído. <http://pdm.cm-oeiras.pt/default.aspx?pg=b41c77b7-f9ca-4513-9be7-bc540d45c3ab> (Cons. Dez. 2012).

REFER (2008) Mapa Estratégico de Ruído das Grandes Infraestruturas de Transporte Ferroviário Linha de Cascais (Revisão 1) – Volume I. Direção de Ambiente da REFER, Julho de 2008. http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/Mapas_GITs_Ferroviano/RNT_cascais.pdf (Cons. Dez. 2012).

REFER (2008a) Mapa Estratégico de Ruído das Grandes Infraestruturas de Transporte Ferroviário Linha de Sintra – Volume I. Direção de Ambiente da REFER, Junho de 2008. http://www.apambiente.pt/_zdata/DAR/Ruido/SituacaoNacional/Mapas_GITs_Ferroviano/Mapas-GITs-Ferroviano.pdf.

CMO/GDM (2009) Relatório de Caracterização das Atividades Industriais no concelho de Oeiras. n/p, GDM/CMO, Março de 2009.

RDT (2011) Contagens de Tráfego para a elaboração dos Mapas Estratégicos de Ruído do Concelho de Oeiras – RESULTADOS. n/p, Dez. 2011.

7. ANEXOS

Anexo I - Mapas de ruído: L_{den} e L_n .

Anexo II - Carta de zonamento: zonas mistas e sem uso sensível

Anexo III - Cartas de conflito

Anexo IV - Localização de fontes de ruído e tipo de solo

Anexo V - Dados de tráfego rodoviário, tabelas do IMMI, EP – excel scit, pdf do ofício da BRISA, relatório das contagens de tráfego da RDT (rodoviário, tipologia de vias, estudos)

Anexo VI - Dados de tráfego ferroviário, tipologia de vias, dados da REFER (email com dados em excel)

Anexo VII - Dados de fontes industriais, potência sonora, relatório avaliação acústica da Lisgráfica, S.A.

Anexo VIII - Validação (avaliações acústicas do ISQ)