

Laboratório de Acústica e Vibrações – LABAV



-----**Resumo Não Técnico**-----

Relatório n.º MR.1995/12-NP

02 de agosto de 2012

## ÍNDICE

<b>1. Descrição e Enquadramento do Estudo</b> .....	<b>3</b>
<b>2. Aspectos Metodológicos</b> .....	<b>4</b>
2.1 Área de Estudo .....	4
2.2 Indicadores de Ruído Adotados .....	4
2.3 Escala de Cartografia de Base .....	5
2.4 Períodos de Referência Considerados.....	6
2.5 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação.....	6
2.6 Método de Elaboração dos Mapas .....	6
2.7 Fontes de Ruído – Recolha e Tratamento de Dados .....	7
<b>3. Resultados</b> .....	<b>8</b>
3.1 Mapas de Ruído .....	8
3.2 Níveis de Ruído em Recetores Sensíveis .....	8
3.3 Validação dos Resultados.....	12
<b>4. Principais Conclusões</b> .....	<b>12</b>
<b>5. Referências Essenciais</b> .....	<b>13</b>

**Anexo I - Mapas de Ruído – Situação Atual**

**Anexo II - Mapas de Ruído – Situação Projetada**

EXECUÇÃO TÉCNICA DO RELATÓRIO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Nuno Pereira, Dr.	Diretor Técnico	
APROVAÇÃO	FUNÇÃO	ASSINATURA
Augusto Miguel Lopes, Eng.º	Diretor Geral	

## 1. Descrição e Enquadramento do Estudo

O Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro (RGR), é o diploma nacional que atualmente rege a prevenção e o controlo da poluição sonora, tendo em vista a salvaguarda da saúde e o bem-estar das populações.

Pretende-se integrar o fator ruído na tomada de decisão por forma a evitar a coexistência de usos do solo conflituosos e prevenir a exposição das populações a um fator de poluição que vem sendo um dos principais fatores de mal-estar da população, no que às temáticas ambientais diz respeito. O objetivo fundamental é assegurar os seguintes limites de exposição (artigo 11.º do RGR)<sup>1</sup>:

- a) 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  $L_n$ ;
- b) 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  $L_n$ .

Prevê o RGR, no n.º 2 do artigo 6.º, que é da competência dos municípios, «a classificação, a delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e das zonas mistas». No n.º3 do mesmo artigo está estabelecido que o processo de delimitação de zonas «implica a revisão ou alteração dos planos municipais de ordenamento do território em vigor».

No n.º 2 do artigo 7.º, o RGR estabelece que as câmaras municipais elaboraram «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».

No trabalho a que se reporta o presente *Resumo Não Técnico*<sup>2</sup> (RNT) elaboraram-se Mapas de Ruído descritores dos níveis sonoros característicos de toda a área do Plano de Pormenor da Jagunda, em termos dos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ .

Um Mapa de Ruído é uma representação da distribuição geográfica de um indicador de ruído, reportando-se a uma situação existente ou prevista para uma determinada área. Constitui uma ferramenta ímpar para prever e visualizar espacialmente os níveis sonoros, onde, nomeadamente, se identificam e catalogam fontes ruidosas e recetores expostos.

---

<sup>1</sup> Os municípios podem estabelecer em espaços delimitados, designadamente em centro históricos, valores inferiores em 5 dB(A) aos estabelecidos para zonas sensíveis.

<sup>2</sup> O presente RNT sumariza a informação incluída no Relatório Final n.º MR.1995/12-NP, de 13/06/2012, elaborado pela equipa técnica da ECO 14.

---

## 2. Aspetos Metodológicos

### 2.1 Área de Estudo

O objeto do presente trabalho consistiu na elaboração dos Mapeamentos de Ruído de toda a área do Plano de Pormenor da Jagunda, no concelho de Seia.

A área de intervenção do plano é de 96,5 ha e localiza-se a sul do aeródromo, nas freguesias de Seia e de Santa Marinha. É delimitada a nordeste por um caminho que liga à Rua Pina Ferrão, a sudoeste pela Rua da Corga, a noroeste pela Rua do Prado de Cima cuja beneficiação constituirá a futura via de ligação do aeródromo à Circular a Seia e a sudeste parcialmente por caminhos de terra batida.

Esta zona caracteriza-se por ser pouco acidentada, na maior parte da sua extensão, com uma altimetria média de, sensivelmente, 420 m, com duas exceções, o Alto da Marateca que atinge os 481 m e outro acidente topográfico, imediatamente a sul deste, que atinge a cota de 470 m. O restante terreno tem uma pendente suave no sentido nordeste/sudoeste.

As principais acessibilidades, a área é servida pela EM 522-4 e pela EM 522 que ligam a área do plano a Seia. A área localiza-se ainda próximo da EN17, que se desenvolve a cerca de 1 km a Oeste.

### 2.2 Indicadores de Ruído Adotados

A elaboração de um Mapa de Ruído carece da definição prévia do parâmetro para o qual se referencia a “quantidade” do som.

O Som é definido como qualquer a variação da pressão atmosférica suscetível de ser percecionada pelo ouvido humano. O Ruído é tipicamente considerado como todo o som indesejável ou incomodativo.

O ruído ambiente é normalmente expresso em termos de nível de pressão sonora. O «nível» permite expressar uma determinada quantidade relativamente a um valor de referência - no caso do ruído, este valor de referência é o limiar da audição que, para um indivíduo médio e com a função auditiva preservada, se situa nos 20  $\mu$ Pa (0,00002 Pa).

A aplicação direta de uma escala linear de pressão sonora (em Pa) resulta numa escala muito larga e de difícil manuseamento. Por outro lado, sabe-se que o ouvido humano responde de

forma não linear a diferentes magnitudes de níveis sonoros, aproximando-se mais de uma resposta logarítmica.

Por estes motivos, é mais prático e vantajoso expressar os parâmetros acústicos em termos de uma taxa logarítmica relativamente a um valor de referência. Esta taxa logarítmica é traduzida pelo décibel - dB.

Quando se pretende expressar a exposição humana ao ruído, o ruído é ainda ponderado em termos de resposta qualitativa do nosso aparelho auditivo que não responde de forma igual a diferentes frequências. Utiliza-se então a curva de resposta normalizada “A” (a que mais se aproxima, no domínio da frequência, da resposta humana ao ruído), sendo então os níveis de ruído expressos em dB(A).

De acordo com as prerrogativas nacionais e comunitárias aplicáveis, no presente estudo tomou-se como parâmetro acústico o nível sonoro médio de longa duração, ponderado A,  $L_{Aeq,LT}$ , na aceção do estabelecido na norma NP 1996:2011. Trata-se de um indicador médio sonoro num determinado intervalo de tempo considerado e consiste numa média, num intervalo de tempo de longa duração, dos níveis sonoros contínuos equivalentes para as séries de intervalos de tempo de referência compreendidos nesse intervalo de tempo.

Assim, em conformidade com o RGR, foram determinados os indicadores de ruído diurno (***L<sub>d</sub>***), do entardecer (***L<sub>e</sub>***) e noturno (***L<sub>n</sub>***), definidos como sendo os níveis sonoros médios de longa duração, determinados durante séries dos respetivos períodos de referência (diurno, do entardecer ou noturno) representativos de um ano.

A partir dos indicadores anteriores obtêm-se o indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (***L<sub>den</sub>***), correspondendo a um indicador de ruído associado ao incómodo global. Este indicador corresponde ao ruído ambiente de 24 horas, que penaliza os níveis de ruído ocorrentes nos períodos entardecer e noturno, uma vez que, em geral, estão associados a maior incómodo. Os mapas de ruído foram elaborados para os indicadores de ruído ***L<sub>den</sub>*** e ***L<sub>n</sub>*** reportados a uma altura 4 m acima do solo.

### 2.3 Escala de Cartografia de Base

Sendo um Mapa de Ruído um documento onde se descrevem os níveis de ruído que se verificam numa determinada área, é obviamente necessário definir a peça onde se pretende “fazer” essa descrição. Neste estudo foi utilizada, como base de trabalho, a cartografia da área do Plano de Pormenor da Jagunda à respetiva escala.

## 2.4 Períodos de Referência Considerados

Conforme estabelecido no RGR, consideraram-se os períodos de referência diurno (7h-20h), do entardecer (20h-23h) e noturno (23-7h).

## 2.5 Modelo Topográfico, Malha e Altura de Avaliação

O cálculo computacional dos níveis sonoros de uma área em estudo carece da definição de um conjunto de parâmetros de base ao cálculo que influenciam aspetos como o detalhe e rigor da abordagem e o tempo de cálculo para a obtenção dos Mapas de Ruído.

Assim, para efeitos de cálculo a área do Plano foi dividida numa malha de 5\*5 metros, resultando em cerca de 42 200 pontos de cálculo. A altura de avaliação utilizada foi a recomendada pela norma europeia: 4 metros acima do nível do solo. O modelo altimétrico considerado baseou-se curvas de adensamento topográfico de equidistância de 2 metros. Foram levados em consideração os fenómenos de reflexão. Em termos de fenómenos de absorção sonora pelo solo, considerou-se que o mesmo era absorvente.

## 2.6 Método de Elaboração dos Mapas

No presente estudo, utilizou-se uma metodologia baseada na técnica de modelação. Por motivos de consistência técnica, efetuou-se um conjunto de medições de validação indispensáveis à obtenção de Mapas Acústicos representativos e reproduzíveis.

Para a elaboração dos Mapas de Ruído do presente estudo, utilizou-se o *software* computacional para simulação da emissão e propagação sonora “IMMI”, versão 6.3.1 de 2008. Trata-se de um programa computacional de eficácia comprovada e parametrizado de acordo com métodos de cálculo devidamente validados e recomendados pela Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

Para que o IMMI possa gerar um determinado campo sonoro pretendido foi necessário fornecer um conjunto de informação de base que caracterize adequadamente a emissão, propagação e receção do som.

## 2.7 Fontes de Ruído - Recolha e Tratamento de Dados

Na aceção do previsto no RGR, fontes de ruído resultam de atividades ruidosas de caráter permanente, os seja, são todas as atividades suscetíveis de produzir ruído nocivo ou incomodativo, para os que habitem, trabalhem ou permaneçam nas imediações do local onde decorrem. Estão excluídas do âmbito dos Mapas de Ruído atividades ruidosas ditas temporárias (obras de construção civil, competições desportivas, espetáculos, festas ou outros divertimentos, feiras e mercados).

Concretamente para o caso estudado, considerou-se somente o tráfego rodoviário, uma vez que é a única fonte relevante presente na área em análise.

O aeródromo não foi considerado como fonte geradora de ruído, devido à sua utilização pontual e pouco relevante.

O quadro seguinte apresenta as vias de tráfego rodoviário caracterizadas no âmbito do presente estudo.

Quadro 1: Vias rodoviárias consideradas no estudo.

Tipo de Via	Designação da Via
Arruamentos do Plano	EN17 (R01); EM522-4 (R02) e EM522 (R03).
Vias Futuras/Projetadas	VF1; VF2; VF3; VF4; VF5; VF6; VF7; VF8; VF9 e VF10.

### 3. Resultados

#### 3.1 Mapas de Ruído

O trabalho englobou a caracterização de dois cenários distintos: situação atual (Ano 2011) e a situação projetada, considerando a efetivação do que está previsto no plano ao nível de vias rodoviárias propostas. Nos anexos I e II apresentam-se os Mapas de Ruído finais obtidos no âmbito do presente estudo.

Os mapas de ruído apresentam uma escala de cores de acordo com os níveis de ruído simulados no programa de modelação acústica, correspondendo as cores mais escuras a níveis mais altos de ruído e as mais claras a níveis inferiores, tal como se verifica no quadro seguinte.

Quadro 2: Escala de cores representativas dos diferentes níveis sonoros

Classes do Indicador dB(A)	Cor	Classes do Indicador dB(A)	Cor	
$Lden \leq 55$	ocre	$Ln \leq 45$	verde escuro	Menos ruidoso
$55 < Lden \leq 60$	laranja	$45 < Ln \leq 50$	amarelo	↓
$60 < Lden \leq 65$	vermelhão	$50 < Ln \leq 55$	ocre	
$65 < Lden \leq 70$	carmim	$55 < Ln \leq 60$	laranja	
$Lden > 70$	magenta	$Ln > 60$	vermelhão	Mais ruidoso

#### 3.2 Níveis de Ruído em Recetores Sensíveis

Para além de possibilitar uma visão qualitativa da distribuição geográfica dos níveis sonoros da área em análise, um Mapa de Ruído do tipo do desenvolvido deve fornecer indicadores quantitativos da exposição ao ruído dos edifícios com ocupação sensível (edifício habitacional, escolar, hospital ou similar ou espaço de lazer).

A proposta de plano classifica a área do plano como espaço de ocupação turística. Este espaço contempla a implementação de estabelecimentos hoteleiros, de um aldeamento turístico, de áreas verdes de uso comum e de um campo de golfe. A área do plano poderá



pelas valências que contempla, ser toda considerada na sua totalidade como um espaço de lazer (recetor sensível).

Assim sendo, foram calculados os níveis sonoros na área do Plano de Pormenor.

A coloração da área do plano pretende confrontar os valores obtidos com os limites estabelecidos no RGR para zonas sensíveis (sombreado verde -  $L_{den} \leq 55$  dB(A) e  $L_n \leq 45$  dB(A)) e zonas mistas (sombreado amarelo -  $L_{den} \leq 65$  dB(A) e  $L_n \leq 55$  dB(A)). O sombreado vermelho marca níveis sonoros que excedem ambos os critérios.

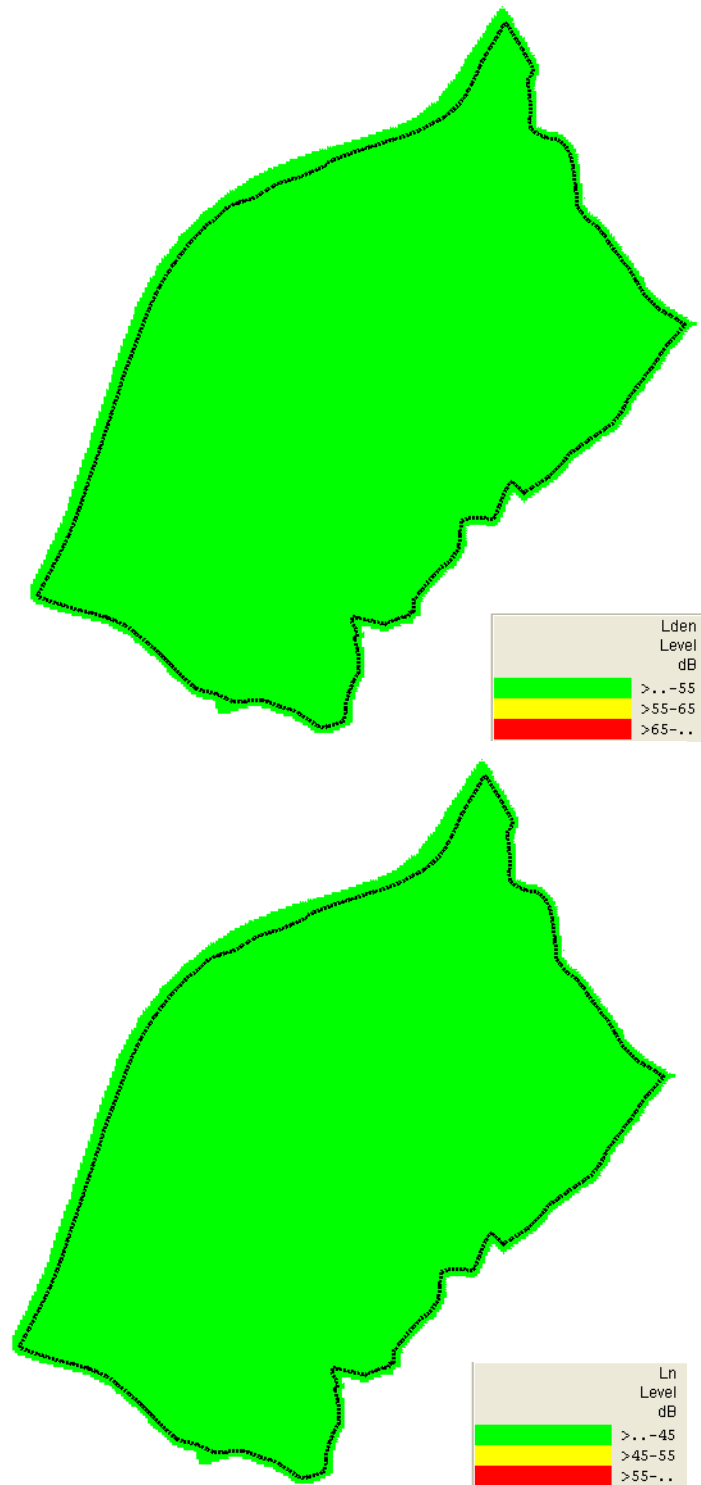


Figura 1: Níveis de ruído ambiente na área do plano, para os indicadores de ruído *Lden* e *Ln* , para a situação atual.

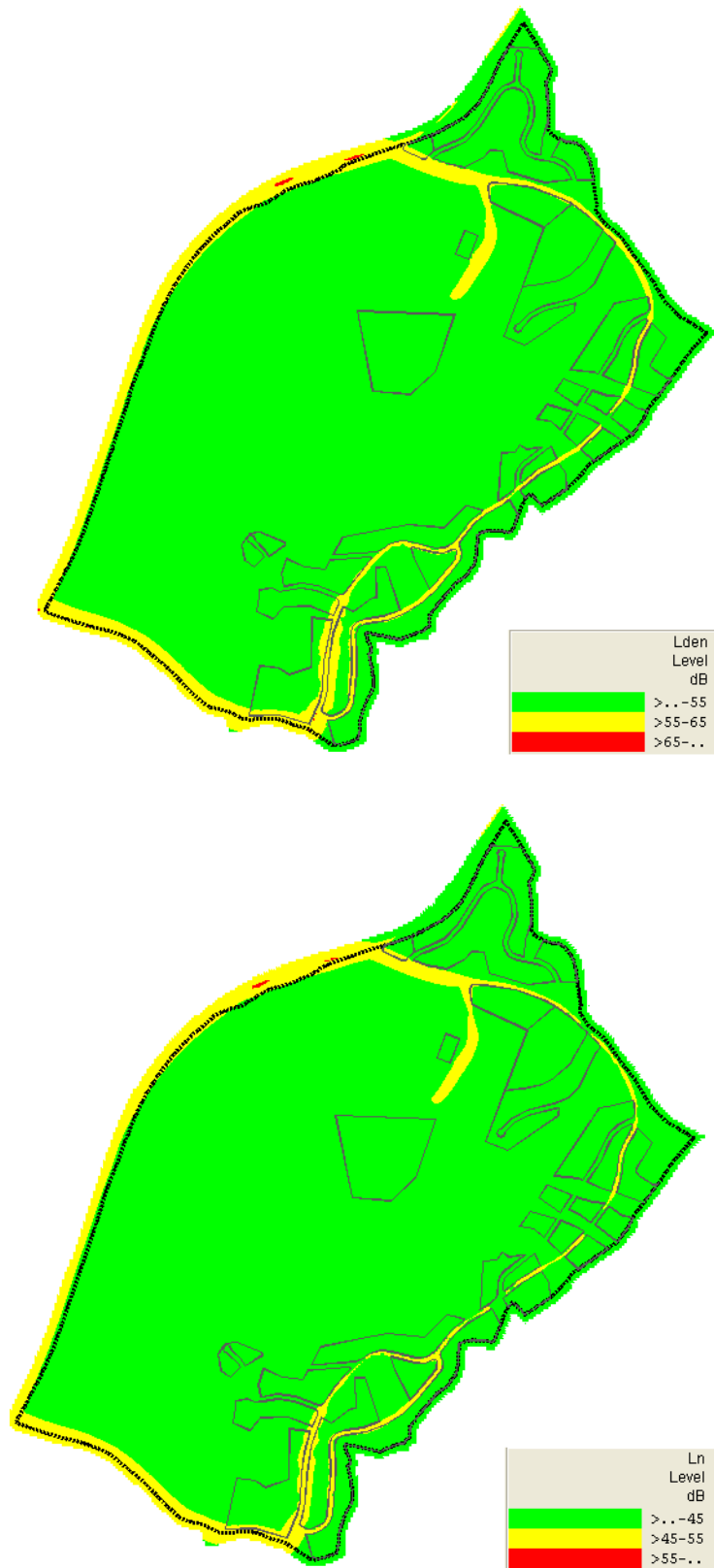


Figura 2: Níveis de ruído ambiente na área do plano, para os indicadores de ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ , para a situação projetada.

### 3.3 Validação dos Resultados

A validação do processo de cálculo foi efetuada por comparação dos resultados obtidos na modelação com os obtidos nas campanhas de medições acústicas especificamente levadas a cabo para o efeito. Assim, selecionou-se dois locais de monitorização, no qual se procedeu a medições de longa duração, em dois dias distintos, em conformidade com os métodos normalizados aplicáveis. Como critério de aceitação/validação dos resultados obtidos por modelação, foi fixado em 2 dB(A) a diferença aceitável. No quadro seguinte apresentam-se os resultados obtidos que validam as simulações efetuadas nos mapas.

Quadro 3: Comparação entre os resultados obtidos por cálculo e por medição.

Via Rodoviária	Local de medição	$L_{den}$ [dB(A)]			$L_n$ [dB(A)]		
		Simulação	Medição	Desvio	Simulação	Medição	Desvio
Rua do Prado de Cima	PV	40	42	-2	29	31	-2

## 4. Principais Conclusões

O presente trabalho apresenta, à escala de plano de pormenor e em forma de *Mapa de Ruído*, os níveis de ruído ambiente característicos na área do *Plano de Pormenor da Jagunda* em termos dos indicadores de ruído  $L_{den}$  e  $L_n$ , para dois cenários distintos: atual e projetado.

Na *situação atual*, os levantamentos de campo efetuados no âmbito do presente trabalho e os Mapas de Ruído calculados permitiram verificar que ***não há impacto ruidoso relevante sobre recetores sensíveis***, sendo a área compatível com a definição de zona mais exigente prevista no RGR (zona sensível).

O cenário pós-projeto ***originará num incremento dos níveis de ruído ambiente em toda a área do plano***, que se prevê gerado pelos fluxos de tráfego associados. Contudo, ***não é previsível que estas alterações provoquem situações de desconformidade legal***.

Conforme se pode comprovar pela observação das figuras 6 e 7, os níveis de ruído ambiente característicos da área do plano de pormenor não configuram situações conflituosas no que diz respeito à exposição de recetores sensíveis a níveis de ruído considerados excessivos (tanto para o indicador de ruído  $L_{den}$  como para o  $L_n$  e em ambos os cenários estudados) e são ***compatíveis com classificação como zona mista, conforme o zonamento acústico da proposta de plano (Relatório do Plano de junho 2012)***.

## 5. Referências Essenciais

- [1] - Agência Portuguesa do Ambiente - «Diretrizes para elaboração de mapas de ruído»; junho 2008.
- [2] - Agência Portuguesa do Ambiente - Nota técnica: «Recomendações para a seleção de métodos de cálculo a utilizar na previsão de níveis sonoros».
- [3] - Agência Portuguesa do Ambiente - «Projeto-piloto de demonstração de mapas de ruído - escalas municipal e urbana», maio 2004.
- [4] - Martins da Silva, P. - «Ruído de tráfego rodoviário», LNEC, 1975.
- [5] - IMMI 6.3. for Windows Help Topics.
- [6] - «Noise mapping with IMMI» - Reference Manual, Vols. 1 e 2 - Wölfel MeBsysteme, 2004.

## Anexo I - Mapas de Ruído - Situação Atual

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Situação Atual (Ano 2011)
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Situação Atual (Ano 2011)



## Anexo II - Mapas de Ruído - Situação Projetada

- Mapa de Ruído - Indicador *Lden* - Situação Projetada
- Mapa de Ruído - Indicador *Ln* - Situação Projetada