

## Mapa de Ruído para o Plano de Pormenor Da Cidade Desportiva de Sines



**Janeiro 2011**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVO .....</b>	<b>5</b>
<b>2. CONTEXTO LEGISLATIVO .....</b>	<b>6</b>
2.1 Definições .....	6
2.2 Enquadramento Legal dos Mapas de Ruído .....	7
2.3 Metodologia .....	10
2.4 Opções de Cálculo .....	11
2.5 Validação de Longa Duração .....	12
2.6 Peças Desenhadas e Escritas .....	12
<b>3. MAPAS DE RUÍDO – DESCRIÇÃO BREVE .....</b>	<b>13</b>
<b>4. MAPAS DE RUÍDO – CIDADE DESPORTIVA DE SINES .....</b>	<b>13</b>
<b>5. DESCRIÇÃO DO PROJECTO .....</b>	<b>14</b>
5.1 Software Utilizado .....	14
5.2 Equipamento .....	15
5.3 Normas e Parâmetros Utilizados .....	15
5.3.1 <i>Tráfego Rodoviário</i> .....	15
5.4 Caracterização do Modelo .....	16
5.4.1 <i>Identificação do Local em Estudo</i> .....	17
5.4.2 <i>Caracterização Climática</i> .....	17
5.4.3 <i>Topografia</i> .....	18
5.4.4 <i>Edifícios</i> .....	18
5.4.5 <i>Fontes de Ruído</i> .....	18
5.5 Validação do Modelo .....	19
5.5.1 <i>Validação Junto às Fontes Sonoras</i> .....	19
5.6 Resultados do Modelo – Mapas de Ruído .....	21
5.6.1 <i>Situação Actual</i> .....	22
5.6.1 <i>Situação Futura</i> .....	24
<b>6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>25</b>
6.1 Situação Actual .....	26
6.2 Situação Futura .....	26
<b>7. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>27</b>

## ÍNDICE TABELAS

Tabela 1 - Níveis Máximos de Exposição ao Ruído Ambiente Exterior .....	8
Tabela 2 - Relação de Cores e Padrões para as Classes de Níveis Sonoros.....	13
Tabela 3 - Resultados do Modelo nos Pontos Receptores.....	20
Tabela 4 - Comparação entre os Valores Medidos e Calculados para o Indicador Lden .....	21
Tabela 5 - Comparação entre os Valores Medidos e Calculados para o Indicador Ln .....	21

## ÍNDICE FIGURAS

Figura 1 - Cidade Desportiva de Sines .....	17
Figura 2 - Vias Consideradas no Estudo e Locais de Contagem de Tráfego .....	19
Figura 3 - Pontos Receptores de Ruído.....	20
Figura 4 - Níveis Sonoros de Cidade Desportiva de Sines, Lden (Situação Actual).....	22
Figura 5 - Níveis Sonoros de Cidade Desportiva de Sines, Ln (Situação Actual).....	23
Figura 6 - Níveis Sonoros de Cidade Desportiva de Sines, Lden (Situação Futura) .....	24
Figura 7 - Níveis Sonoros de Cidade Desportiva de Sines, Ln (Situação Futura) .....	25

## ANEXOS

ANEXO I – Certificados
ANEXO II – Mapas de Ruído

## ***Ficha Técnica***

Designação do Projecto	Mapa de Ruído para o Plano de Pormenor da Cidade Desportiva de Sines
Elaborou	Alacústica, Lda.
Requerente	Câmara Municipal de Sines
Local de realização dos ensaios	Sines
Fonte(s) do Ruído Particular	Tráfego rodoviário
Data(s) dos ensaios	Medições acústicas: Janeiro de 2011

O presente trabalho foi elaborado por:

- Vítor Raminhos

## 1. INTRODUÇÃO E OBJECTIVO

O Decreto-Lei n.º 09/2007, de 17 de Janeiro, determina que na execução da política de ordenamento do território e urbanismo deve ser assegurada a qualidade do ambiente sonoro, na habitação, trabalho e lazer.

O objectivo deste trabalho consiste na elaboração dos Mapas de Ruído para o Plano de Pormenor da Cidade Desportiva de Sines, de forma a dispor-se de uma ferramenta evoluída para a gestão e controlo da poluição sonora existente nessa área.

Um mapa de ruído constitui, essencialmente, uma ferramenta de apoio à decisão sobre planeamento e ordenamento do território devendo, portanto, ser adoptado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação.

Assim, um mapa de ruído fornecerá informação para atingir os seguintes objectivos:

- Preservar zonas com níveis sonoros regulamentares;
- Corrigir zonas com níveis sonoros não regulamentares;
- Criar novas zonas sensíveis ou mistas com níveis sonoros compatíveis.

Neste trabalho foi desenvolvido um modelo acústico tridimensional de toda a área em estudo e analisados os respectivos resultados, nas seguintes perspectivas:

- Níveis de ruído previstos pelo modelo num dado conjunto de pontos receptores, em particular junto das zonas mais críticas devido à sua sensibilidade ao ruído;
- Mapas de ruído Lden e Ln, considerando as principais fontes de ruído (vias rodoviárias).

O modelo criado apresenta um potencial que não se esgota nos resultados apresentados e a escala a que foi realizado adapta-se melhor à tomada de decisões sobre estratégias de zonamento e de identificação de áreas prioritárias para redução de ruído. Constitui, assim, uma ferramenta que deverá ser utilizada em conjunto com o planeamento urbano de forma a permitir analisar qualquer cenário de alteração da situação actual, assim como evidenciar perante terceiros os impactes sonoros gerados e a redução ou aumento dos níveis sonoros (p.ex. alteração do fluxo de viaturas, mudança de piso, etc.).

No presente relatório é descrito o modelo computacional, utilizado e desenvolvido, e são apresentados os seus resultados, quer em forma de tabelas, quer em forma de mapas de ruído. Com os dados apresentados é possível obter resultados claros do ruído proveniente das diversas fontes sonoras.

Em anexo a este relatório, inclui-se um CD em que para além do presente relatório se integram os referidos Mapas de Ruído.

## 2. CONTEXTO LEGISLATIVO

A legislação portuguesa em que se baseiam as disposições legais elaboradas e apresentadas neste trabalho é descrita no Decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova Regulamento Geral de Ruído (RGR), no Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que transpõe a Directiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, nas Directrizes para elaboração dos mapas de ruído, do Instituto do Ambiente, e nas Notas Técnicas elaboradas pela DGA/DGOTDU – “Princípios orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído” e “Recomendações para Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros”.

### 2.1 Definições

Intervalos de Tempo de Referência, segundo o Decreto-Lei n.º 09/2007 – São tomados como períodos de referência os seguintes: diurno (7h00 às 20h00), entardecer (20h00 às 23h00) e nocturno (23h00 às 7h00);

Ruído Ambiente – Ruído global observado numa dada circunstância num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado;

Ruído Residual (ou Ruído de Fundo) – Ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma determinada situação;

Ruído Particular (ou Ruído Perturbador) – Componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora;

Área do Mapa – Área onde se pretende conhecer os níveis sonoros;

Área de Estudo – A área de estudo, é uma área que geralmente é superior à área do mapa, onde poderão existir fontes de ruído que, apesar de se localizarem fora da área do mapa, poderão ter influência nos níveis sonoros aí existentes;

Mapa de ruído - o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores  $L_{den}$  e  $L_n$ , traçado em documento onde se representam as isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A)

Valor Limite – Valor que conforme determinado pelo Estado-membro (em Portugal correspondente aos valores impostos para zonas sensíveis ou mistas), que, caso seja excedido, é ou poderá ser objecto de medidas de redução por parte das autoridades competentes;

Zona Mista - a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além dos referidos na definição de zona sensível;

Zona Sensível - a área definida em plano municipal de ordenamento do território como vocacionada para uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaços

de lazer, existentes ou previstos, podendo conter pequenas unidades de comércio e de serviços destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento no período nocturno;

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

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

$$Lden=10 \times \log 1/24 [13 \times 10^{Ld/10} + 3 \times 10^{(Le+5)/10} + 8 \times 10^{(Ln+10)/10}]$$

Indicador de ruído diurno (*Ld*) ou (*Lday*) - o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos diurnos representativos de um ano;

Indicador de ruído do entardecer (*Le*) ou (*Levening*) - o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos do entardecer representativos de um ano;

Indicador de ruído nocturno (*Ln*) ou (*Lnight*) - o nível sonoro médio de longa duração, conforme definido na Norma NP 1730-1:1996, ou na versão actualizada correspondente, determinado durante uma série de períodos nocturnos representativos de um ano;

Planeamento Acústico – O controlo de ruído futuro através de medidas programadas; inclui o ordenamento de território, engenharia de sistemas para o tráfego, planeamento do tráfego, redução por medidas adequadas de isolamento sonoro e de controlo de ruído na fonte;

Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, LAeq, de um Ruído e num Intervalo de Tempo – Nível sonoro, em dB (A), de um ruído uniforme que contém a mesma energia acústica que o ruído referido naquele intervalo de tempo,

## 2.2 Enquadramento Legal dos Mapas de Ruído

O Decreto-Lei 09/07 de 17 de Janeiro – Regulamento Geral do ruído, veio introduzir na Legislação Portuguesa uma série de obrigações para as Autarquias, numa perspectiva de melhorar a qualidade de vida das populações.

De acordo com o artigo 6º – Planeamento Municipal do Capítulo II: “ Os planos municipais de ordenamento do território asseguram a qualidade do ambiente sonoro, promovendo a distribuição adequada dos usos do território, tendo em consideração as fontes de ruído existentes e previstas”.

O mesmo artigo também refere que a classificação das zonas sensíveis e mistas é da competência das Câmaras Municipais, devendo estas zonas estar delimitadas e disciplinadas no respectivo plano municipal de ordenamento do território.

Os níveis sonoros limite, nestas zonas, são caracterizados pelo valor do parâmetro Lden e Ln do ruído ambiente exterior, de acordo com as disposições do Decreto-Lei. Os valores limite para os dois tipos de zona são apresentados na Tabela1.

**Tabela 1 – Níveis Máximos de Exposição ao Ruído Ambiente Exterior**

Zona	Lden	Ln
Mista	65 dB(A)	55 dB(A)
Sensível	55 dB(A)	45 dB(A)

Em Março de 2007, o Instituto do Ambiente emitiu um documento com princípios orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído, sendo referido que estes instrumentos de Gestão Ambiental deverão ser integrados nos Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT), a saber:

- Planos Directores Municipais (PDM);
- Planos de Urbanização (PU);
- Planos de Pormenor (PP).

Neste documento refere-se que, um mapa de ruído constitui, essencialmente, uma ferramenta de apoio à decisão sobre planeamento e ordenamento do território que permite visualizar condicionantes dos espaços por requisitos de qualidade do ambiente acústico devendo, portanto, ser adoptado na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação.

Um mapa de ruído deverá fornecer informação para atingir os seguintes objectivos:

- preservar zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros regulamentares;
- corrigir zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros não regulamentares;
- criar novas zonas sensíveis e mistas com níveis sonoros compatíveis.

Assim, devem os Planos Municipais de Ordenamento do Território (PMOT) ser acompanhados:

- pelo mapa de ruído (o qual pode, no Plano de Pormenor, ser substituído por relatório de recolha de dados acústicos), que fornece a localização das fontes de ruído e de áreas às quais correspondem classes de valores expressos em dB(A);
- pela carta de classificação de zonas sensíveis e mistas.

A decisão sobre a criação de novas zonas sensíveis e mistas deve ter em consideração a influência sonora das fontes de ruído simuladas no mapa de ruído; de igual modo, um dos critérios para a localização de novas fontes de ruído deve ser a maximização do seu afastamento a zonas classificadas.

Para que os mapas de ruído se articulem com as figuras de planeamento, é importante a compatibilização das escalas de trabalho. A escala a adoptar para a elaboração do mapa de ruído deverá adequar-se à escala das plantas de Ordenamento, de Zonamento, de Implantação conforme exigido, respectivamente, nos Planos Directores Municipais (PDM), Planos de Urbanização (PU) e Planos de Pormenor (PP). Sendo desejável começar pelo concelho no seu todo (PDM), deverá posteriormente ou em simultâneo abordar-se o território a escalas superiores (PU e, sempre que se justifique, PP).

Nos PMOT estabelece-se a classificação, qualificação e regulamentação do uso do solo em função da utilização dominante ou prevista, fixando-se em determinadas classes e

categorias de espaço a capacidade de edificabilidade, que pode assumir o uso habitacional, equipamentos, comércio, serviços e outras actividades.

Relativamente ao PDM, dada a escala a que normalmente se elaboram as plantas de Ordenamento, são os usos referidos tratados globalmente e integram áreas classificadas como “perímetros urbanos/aglomerados” que, em certas situações, englobam estruturas urbanas complexas e diversificadas.

Como é objectivo no âmbito do controlo do ruído ambiente evitar a coexistência de usos conflituosos do solo e proceder à prevenção do ruído, entende-se que sempre que a escala adoptada o permitir e a concepção da organização urbana seja estabelecida, as zonas destinadas a escolas, hospitais e espaços de lazer, assim como as vocacionadas para uso habitacional propostas ao nível da planta de Ordenamento devem traduzir critérios de localização que satisfaçam, entre outros aspectos, o respeito pelos níveis acústicos estipulados para as zonas sensíveis. De igual modo se procederá com as zonas a incluir na classificação de mistas.

Para as classes e categorias de espaços em que for possível associar a classificação, em função do controlo do ruído, como sensível ou mista, serão estabelecidas, em regulamento, as acções tendentes à salvaguarda destas zonas, as restrições à introdução de actividades incompatíveis face aos valores sonoros admissíveis. Sempre que for possível identificar zonas sensíveis e mistas já existentes em que os níveis sonoros admissíveis são ultrapassados, o regulamento definirá as estratégias para a elaboração de planos de redução de ruído.

De uma maneira geral, a delimitação de áreas onde exista ou se proponha o uso habitacional deverá ter em consideração a localização das fontes de ruído identificadas nos mapas de ruído.

Nos PU, as plantas de Zonamento, além de outras componentes urbanas, definem o traçado da rede viária estruturante, a localização de equipamentos colectivos, a estrutura ecológica e delimitam as categorias e subcategorias de espaços localizando as funções habitacionais, comerciais, turísticas, de serviços e industriais, bem como identificam as áreas a recuperar e reconverter. Normalmente, a pormenorização das áreas classificadas nas plantas de Ordenamento como perímetros urbanos/aglomerados é efectuada através da figura de PU, pelo que, e antecipadamente, o solo apresenta na sua maioria uma afectação a um ou vários usos preferenciais.

As diversas funções, ao nível da planta de Zonamento, e conforme a escala adoptada, são cada vez mais individualizadas o que irá permitir que a delimitação e classificação das categorias e subcategorias de espaços contemplem a definição de zonas sensíveis e mistas com maior rigor e aproximação, quer ao nível do quarteirão quer do espaço público ou dos equipamentos. As áreas a sujeitar a planos de redução de ruído poderão assim ser mapeadas em complemento das estratégias definidas em regulamento.

Nestes estudos, as componentes do território potencialmente ruidosas, de que são exemplo as infra-estruturas de transportes ou estabelecimentos destinados a indústrias, deverão ser localizadas de forma a evitar conflitos com áreas envolventes sensíveis e mistas.

Os PP realizam-se para áreas específicas do território municipal podendo corresponder em certos casos a categorias e subcategorias de espaços definidas em PU. Intervindo ao nível da organização espacial da área definida, estabelecem o desenho urbano definindo

a implantação, volumetria e respectivo uso das edificações, a localização e tratamento dos espaços públicos, da circulação viária e pedonal e do estacionamento. Ainda que na planta de implantação se identifiquem as zonas sensíveis e mistas e se proponham planos de redução de ruído para as situações existentes, considera-se que ao nível do desenho urbano proposto, quer no que diz respeito aos edifícios, espaços públicos e infra-estruturas existentes e a criar, deverão ser individualizadas por tipo de espaços, de infra-estruturas, de edifícios e usos, as características e as acções a contemplar em termos de controlo do ruído.

## **2.3 Metodologia**

Existem ainda vários requisitos mínimos a respeitar na Elaboração de Mapas de Ruído, tais como:

### Indicadores de ruído

Todos os mapas de ruído devem reportar-se aos indicadores Lden e Ln, ambos calculados a uma altura acima do solo de 4 metros.

### Cartografia base

Para a criação do modelo digital do terreno, a cartografia base deve incluir a altimetria do terreno (curvas de nível cotadas), a localização e altura dos edifícios, das fontes de ruído (infra-estruturas de transporte e fontes fixas) e dos obstáculos permanentes à propagação do ruído (por exemplo, muros e barreiras acústicas).

A cartografia base deve reportar-se a uma área de estudo superior à área a abranger pelo mapa de ruído, dado que poderão existir fontes sonoras que, apesar de localizadas fora da área do mapa, podem ter influência nos níveis sonoros aí verificados.

### Escala de trabalho

Recomenda-se que a escala seja igual ou superior a:

- 1:25 000, para articulação com PDM, salvo nos municípios definidos como aglomerações;
- 1:5 000, ou outras que a regulamentação própria sobre cartografia venha a definir, para articulação com PU/PP;
- 1:10 000, para mapas estratégicos de aglomerações e de GIT.

### Equidistância de curvas de nível

Em consequência da escala de trabalho adoptada, a equidistância de curvas de nível será:

- 10 metros, para cartografia a 1:25 000;
- 5 metros, para cartografia a 1:10 000;
- 1 ou 2 metros, para cartografia a 1:5 000 ou superior.

### Altura dos edifícios

Não se dispondo da altura dos edifícios, deverá ser efectuado trabalho de campo, por forma a ser assumido, para uma dada zona, um número médio de pisos. Para obtenção da altura média do edificado, esse número deverá ser multiplicado por 3 metros (altura média de um piso). Nos mapas para articulação com PU e PP esse levantamento deve ser realizado edifício a edifício.

### Seleccção e caracterização das fontes sonoras

Os mapas municipais de ruído são o resultado da contribuição de quatro tipos de fontes sonoras: tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e fontes fixas (principalmente, indústrias).

Os mapas para articulação com o PDM devem incluir, pelo menos, as seguintes fontes, sem prejuízo de se poderem incluir outras em função da correspondente hierarquização de importância face à densidade e proximidade de receptores sensíveis:

- as rodovias cujo tráfego médio diário anual (TMDA) ultrapasse 8 000 veículos;
- as ferrovias, incluindo as linhas da rede principal e complementar, o metropolitano de superfície, com 30 000 ou mais passagens de comboios por ano;
- todos os aeroportos e aeródromos;
- as fontes fixas abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição.

Os mapas para articulação com PU e PP devem incluir todas as fontes sonoras com emissões para o exterior.

Os mapas estratégicos de ruído das aglomerações por tipo de fonte sonora devem incluir, pelo menos, as fontes referidas para os mapas municipais à escala de PDM.

A caracterização das fontes sonoras pode dividir-se em caracterização física e quantitativa, referindo-se de seguida as principais variáveis a considerar na modelação:

- rodovias – n.º de faixas de rodagem e respectiva largura, declive da via, tipo de piso;
- ferrovias – n.º de vias de circulação, respectiva largura, tipo de balastro e de carril;
- aeroportos e aeródromos – comprimento da(s) pista(s), coordenadas do início e fim da(s) pista(s) e de outros pontos de referência, tais como o *landing threshold* (a partir do qual a aeronave pode tocar na pista) e o *takeoff point* (onde a aceleração para a descolagem se inicia), geometria das rotas e perfis de voo (à descolagem e à aterragem);
- fontes fixas – tipo e número de fontes.

#### Dados Meteorológicos

Especialmente em condições de campo aberto em áreas extensas, ou com receptores ou fontes sonoras em altura (por exemplo, ruído de tráfego aéreo), a consideração dos efeitos meteorológicos torna-se determinante para a obtenção de resultados rigorosos.

Contudo, na inexistência dos dados relativos aos parâmetros meteorológicos nos formatos solicitados pelo modelo de cálculo utilizado, recomenda-se a adopção das seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído (mencionadas no GPG-2):

Período diurno 50%

Período entardecer 75%

Período nocturno 100%

## **2.4 Opções de Cálculo**

### Malha de cálculo (ou número médio de pontos de cálculo)

É recomendável que, para mapas de ruído à escala de PDM, a adopção de uma malha média não seja superior a 20x20 metros. No caso de mapas à escala de PU/PP, dado o seu maior rigor, deve ser adoptada uma malha de cálculo inferior àquela, que não deve ultrapassar 10x10 metros.

Para os mapas estratégicos de GIT, recomenda-se a adopção de uma malha média não superior a 20x20 metros; no caso dos mapas estratégicos de aglomerações, a malha não deve ser superior a 10x10 metros.

### Número de reflexões

Esta variante é uma das que determina mais directamente o tempo de cálculo pelo que, tendo em conta um

compromisso entre tempo de cálculo e rigor das simulações recomenda-se a adopção:

- Para os mapas à escala de PDM, no mínimo, a primeira ordem de reflexões;
- Para os mapas à escala de PU/PP, no mínimo, a segunda ordem de reflexões;
- Para mapas estratégicos de ruído, no mínimo, a primeira ordem de reflexões.

## **2.5 Validação de Longa Duração**

É essencial, por forma a conferir robustez ao mapa de ruído, que se proceda a uma validação dos resultados. Para tal, os valores apresentados no mapa devem ser comparados com valores de medições efectuadas em locais seleccionados. Uma vez que a simulação realizada se reporta a intervalos de tempo de longa duração (tipicamente, um ano), as medições acústicas para efeito de validação devem ser representativas de um ano. Assim, a metodologia a adoptar deve permitir validar, simultaneamente, a qualidade dos dados de entrada e o comportamento do modelo.

A selecção dos locais para a validação pode seguir os seguintes critérios: influência predominante de um só tipo de fonte, valores previstos que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas) ou próximos dos regulamentares, no perímetro da zona urbanizada mais próximo da fonte, e resultados aparentemente duvidosos.

O cálculo pode ser aceite caso a diferença entre os valores calculados (retirados dos mapas de ruído elaborados) e os valores medidos não ultrapasse  $\pm 2\text{dB(A)}$ .

## **2.6 Peças Desenhadas e Escritas**

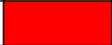
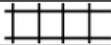
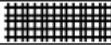
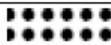
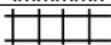
A representação gráfica dos mapas de ruído deve obedecer aos seguintes requisitos:

- em formato papel, a escala dos mapas de ruído deve ser igual ou superior a 1:25 000, excepto no caso de mapas para articulação com PU/PP para os quais a escala deve ser igual ou superior a 1:5 000.

Informação mínima a incluir:

- denominação da área abrangida e toponímia de lugares principais;
- identificação dos tipos de fontes sonoras consideradas;
- métodos de cálculo adoptados;
- escala;
- ano a que se reportam os resultados;
- indicador de ruído,  $L_{den}$  ou  $L_n$ ;
- legenda para a relação cores/padrões-classes de níveis sonoros (Tabela 2).

**Tabela 2 - Relação de Cores e Padrões para as Classes de Níveis Sonoros**

Classes do Indicador	Cor		RGB	Padrão de sombreado		Dim/Esp
$L_{den} \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_{den} \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$60 < L_{den} \leq 65$	vermelhão		255,0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8
$65 < L_{den} \leq 70$	carmim		196,20,37	linhas cruzadas, média densidade		0,5 / 4
$L_{den} > 70$	magenta		255,0,255	linhas cruzadas, alta densidade		0,5 / 2
$L_n \leq 45$	verde escuro		0,181,0	pontos grandes, alta densidade		6 / 6
$45 < L_n \leq 50$	amarelo		255,255,69	linhas verticais, baixa densidade		0,5 / 8
$50 < L_n \leq 55$	ocre		255,217,0	linhas verticais, média densidade		0,5 / 4
$55 < L_n \leq 60$	laranja		255,179,0	linhas verticais, alta densidade		0,5 / 2
$L_n > 60$	vermelhão		255 0,0	linhas cruzadas, baixa densidade		0,5 / 8

### 3. MAPAS DE RUÍDO – DESCRIÇÃO BREVE

O desenvolvimento de técnicas de modelação da emissão e propagação sonora, a par do aumento enorme das capacidades de memória e cálculo dos sistemas informáticos, permitiram o aparecimento nos últimos anos de programas informáticos capazes de modelar, com boa precisão e relativa rapidez, as mais complexas situações de geração e propagação de ruído. Os resultados são normalmente apresentados sob a forma de linhas isofónicas e/ou manchas coloridas, representando as áreas cujo nível de ruído se situa numa dada gama de valores, ou seja: Mapas de Ruído.

Estes mapas de ruído não resultam directamente de medições de ruído realizadas pois, para que tal fosse possível com um mínimo de representatividade, seriam necessárias centenas, ou mesmo milhares de medições, com duração de vários dias por cada ponto de medida.

### 4. MAPAS DE RUÍDO – CIDADE DESPORTIVA DE SINES

A metodologia utilizada neste trabalho englobou as seguintes fases:

- Definição da “área do mapa” e da “área de estudo”;
- Recolha de dados climáticos e geográficos;
- Recolha de cartografia digital base, com a altimetria do terreno (curvas de nível), as fontes de ruído (infra-estruturas de transporte e fontes fixas), os edifícios e outros obstáculos permanentes à propagação de ruído (muros);
- Identificação e levantamento das principais fontes de ruído existentes na área em análise – tráfego rodoviário e indústrias;
- Importação da altimetria para o Software IMMI e criação do modelo digital do terreno (tridimensional);

- Importação para o Software IMMI dos edifícios e outros obstáculos permanentes à propagação do ruído e definição da sua altura de forma a criar-se elementos 3D, a partir da informação fornecida pela Câmara;
- Caracterização das fontes de ruído com base nas Normas francesas NMPB96 e XPS 31-133 (tráfego rodoviário), nas Normas NP 4361-2 (ISO 9613-2) e ISO 8297:1994 (indústrias);
- Análise e tratamento de dados relativamente às fontes sonoras, obstáculos, efeito do solo e padrões de ocupação do solo;
- Simulação dos níveis de ruído para a zona em estudo em computador através do Software IMMI e com base nas Normas referidas anteriormente, para realizar o referido mapa de ruído;
- Validação do modelo: selecção de pontos de medição em locais determinados para validação do modelo na sua globalidade. Medição de níveis de pressão sonora em conformidade com a Norma NP-1730 nesses pontos e respectiva comparação com os valores calculados através do modelo introduzido no software nas mesmas condições de funcionamento e condições climatéricas;
- Impressão final do mapa de ruído e análise final por inspecção visual, para eventuais detecções de erros de processamento.

Em relação ao mapa de ruído (MR) elaborado para a referida área, relembram-se as seguintes observações:

- O Mapa de Ruído deve ser considerado uma ferramenta para preparar e monitorizar o plano de redução de ruído e não como um fim em si;
- O Mapa de Ruído deve ser usado não apenas para avaliar/analisar mas também para influenciar programas de desenvolvimento;
- O Mapa de Ruído é parte de um programa de redução de ruído, para identificar áreas para acção e avaliar alternativas;
- São necessárias a manutenção e actualização do Mapa de Ruído de modo a visualizar-se a evolução do “panorama acústico”, provocada pela alteração das variáveis utilizadas como base do modelo;
- Embora o Mapa de Ruído possa ser útil como uma "fotografia", o maior benefício obtém-se se for actualizado periodicamente ou continuamente; O Mapa de Ruído deve ser um processo e não um evento, é um passo na caminhada do plano de redução de ruído;
- É possível realizar mapas a diferentes cotas – no presente estudo a pedido da autarquia foram calculados mapas de ruído a 4 metros acima do solo;
- Medições de ruído só para locais específicos; o essencial é a previsão com base em informação das fontes de ruído e topografia do local, incluindo edifícios.

## 5. DESCRIÇÃO DO PROJECTO

### 5.1 Software Utilizado

Para a elaboração dos Mapas de Ruído do presente estudo, utilizou-se o software computacional para simulação da emissão e propagação sonora “**IMMI 6.3.1**”, de 2007 (Wölfel Meßsysteme GmbH, Alemanha), de eficácia comprovada e parametrizado de acordo com métodos de cálculo recomendados pela Directiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho de 2002, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

## 5.2 Equipamento

O equipamento utilizado nas medições, satisfaz as características para o tipo 1 da NP-3496 e constou de:

- Microfone Bruel & Kjaer, modelo 4189, n.º Série 2680916;
- Sonómetro integrador Bruel & Kjaer, modelo 2250, n.º Série 2693759;
- Calibrador acústico Bruel & Kjaer, modelo 4231, n.º Série 2651915;
- Tripé marca Brüel & Kjaer.
- Estação Meteorológica Davis

O equipamento foi calibrado antes e depois de cada medição, não tendo apresentado qualquer desvio em relação ao valor de calibração.

O equipamento foi certificado de acordo com o disposto no Decreto-Lei n.º 291/90, de 20 de Setembro, e respectivas disposições regulamentares em 2011/02/07 pelo Instituto de Soldadura e Qualidade – Conforme IEC 60804 para a classe de exactidão 1. (Anexo I)

## 5.3 Normas e parâmetros Utilizados

Os mapas apresentados neste relatório foram gerados a partir de uma malha de cálculo de 2 por 2 metros e a 4 metros acima do solo, correspondendo à altura recomendada pela Directiva Comunitária para áreas urbanas, na perspectiva de indicar aproximadamente os níveis incidentes em fachadas de edifícios sensíveis, tipicamente à altura de primeiro andar. Há ainda a salientar que foi utilizado um valor de 2 reflexões para cada raio sonoro.

### 5.3.1 Tráfego Rodoviário

A modelação do ruído de tráfego rodoviário, para obtenção do seu nível sonoro associado, passa primeiro de tudo, pela caracterização da emissão sonora dos veículos rodoviários e respectiva modelação em cada via de trânsito, e em seguida, na caracterização da associada propagação sonora na atmosfera.

Na ausência de um método nacional para o cálculo de níveis de ruído de tráfego rodoviário, recorreu-se, neste estudo, ao método de cálculo recomendado pela Directiva do Parlamento Europeu e do Conselho relativa à Avaliação e Gestão do Ruído Ambiente (2002/49/CE, de 25 de Junho), esta Directiva recomenda, no seu anexo II, que se utilize a base de dados constante no documento “Ministère de l’Environnement et du Cadre de Vie; Ministère des Transports; CETUR – *Guide du Bruit des Transports Terrestres: Prèvision des Niveaux Sonores*. [s.l.]: ed. A., 1980. Pág. 98 e 99”, e o método NMPB-1996 (Norma XPS 31-133) o qual reparte a via de tráfego em fontes pontuais, considerando a aproximação da *Acústica Geométrica* para a propagação sonora associada a cada fonte.

De acordo com a Norma referida, para a modelação de vias de tráfego rodoviário, é necessária a seguinte informação:

- Perfis longitudinal e transversal;
- Inclinação;

- Fluxos de tráfego horários em cada período de referência (diurno/entardecer/nocturno), com distinção de veículos ligeiros e pesados;
- Características do pavimento;
- Classificação da rodovia;
- Limites de velocidade ligeiros/pesados.

O tráfego rodoviário numa via de trânsito, devido sobretudo às reduzidas dimensões dos veículos automóveis, pode ser modelado por um número de Fontes Pontuais igual ao número de veículos que nela circulam, moverem-se com velocidades iguais às dos respectivos veículos e com um Nível de Potência Sonora, Ponderado A,  $LAW$ , função da velocidade, do tipo de veículo, do perfil longitudinal e do fluxo de tráfego.

Como nos interessa a integração dos níveis sonoros ao longo do tempo, ou seja, o Nível Sonoro Contínuo Equivalente, Ponderado A, num determinado Receptor, uma via de tráfego pode ser modelada como uma fonte linear que, na prática, é dividida em vários segmentos elementares, que se comportam como fontes pontuais estáticas, com uma determinada potência sonora  $LAW$ , função de diversos parâmetros como a velocidade, tipo de veículo, perfil longitudinal, fluxo de tráfego e comprimento do segmento.

A localização das fontes de ruído lineares poderá ser efectuada de três formas, por ordem decrescente de preferência e em função das dimensões da secção da via, da distância relativa aos pontos receptores de interesse e da escala de trabalho:

- uma fonte linear por faixa de tráfego;
- uma fonte linear por cada direcção;
- uma fonte linear por via de tráfego, situada no eixo da referida via.

## 5.4 Caracterização do Modelo

Para a realização de um mapa de ruído é necessário modelar todas as variáveis intervenientes na complexa problemática ambiental que é o ruído, para que a aplicação computacional de previsão do modelo físico de propagação sonora possa fazer o seu papel com o maior rigor possível.

Nos próximos pontos é descrito com maior detalhe a informação introduzida no modelo, distinguida em três classes fundamentais: caracterização da área em estudo, fontes de ruído e pontos receptores de ruído.

#### 5.4.1 Identificação do Local em Estudo

Cidade Desportiva de Sines, Concelho de Sines, Distrito de Setúbal (Figura 1).

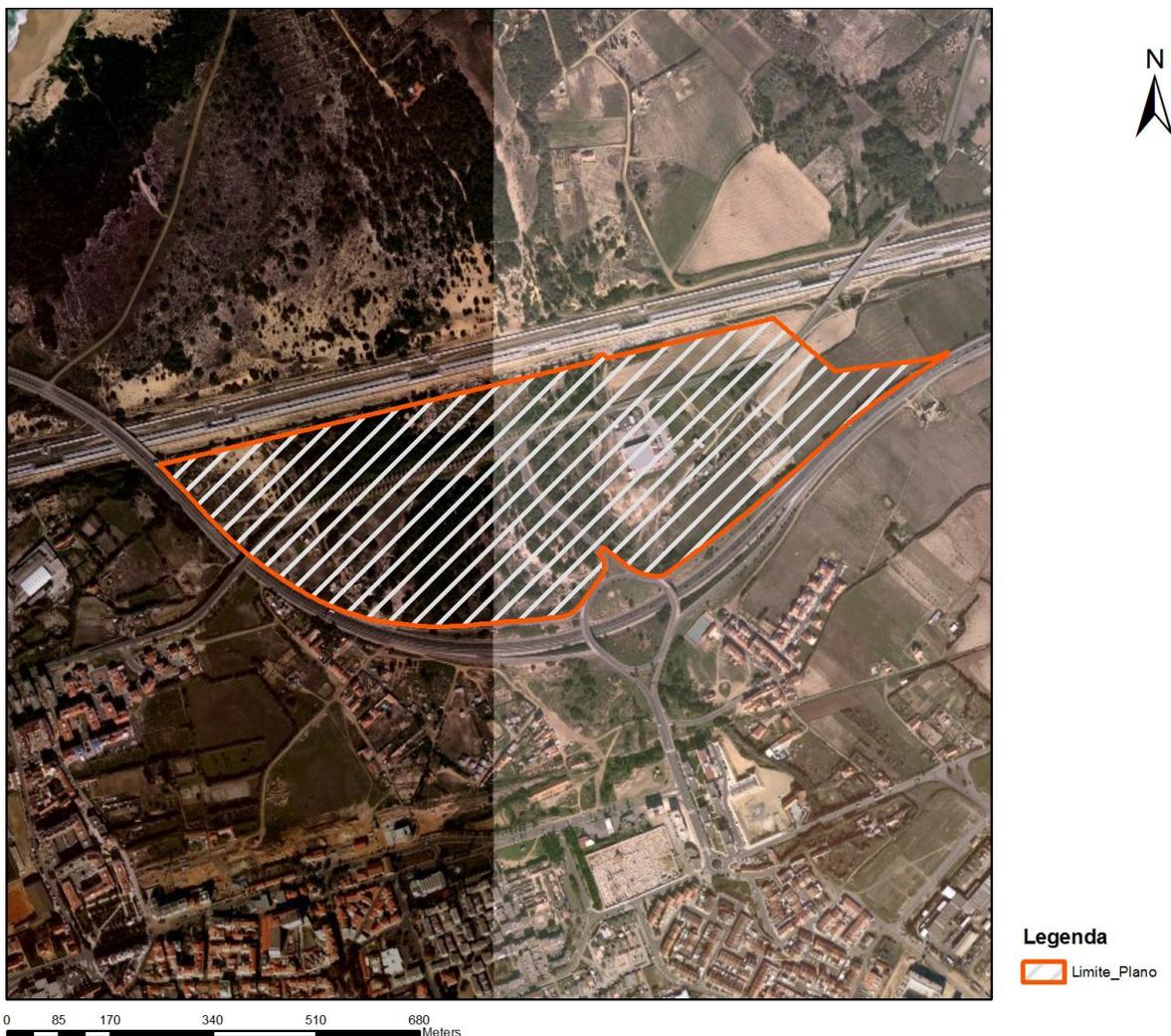


Figura 1 – Cidade Desportiva de Sines

#### 5.4.2 Caracterização Climática

Os principais parâmetros que caracterizam o clima desta região e que se revelam essenciais para o cálculo da atenuação atmosférica na propagação do som ao ar livre são a temperatura, a humidade relativa e o regime de ventos.

A temperatura média anual utilizada foi de 16 °C e a humidade relativa do ar média anual foi de 70% (Fonte: Atlas do Ambiente).

Relativamente às direcções predominantes dos ventos, pelo facto de as velocidades não ultrapassarem o valor de 5.0 m/s, segundo as especificações na Norma NP 4361-2, não haverá necessidade de se introduzirem os dados relativos a direcção dos ventos, já que obedecem os requisitos das condições de propagação favoráveis (“downwind conditions”).

### **5.4.3 Topografia**

Para a elaboração do mapa de ruído é necessária informação relativa à altimetria do terreno, nomeadamente curvas de nível e pontos cotados. A partir desta informação, que deu entrada no modelo em formato dxf, é construído o modelo digital do terreno usado como base na simulação.

Os dados altimétricos do local foram fornecidos pela Câmara Municipal de Sines. Para representar o terreno na área do mapa e na sua envolvente, foram utilizados neste modelo pontos cotados e curvas de nível de 1 em 1 metro à escala 1:1 000.

### **5.4.4 Edifícios**

A informação referente aos edifícios e outros elementos de construção (planimetria), foi fornecida pela Câmara Municipal de Sines.

Os edifícios, residenciais ou não, foram introduzidos no programa e uma vez que a cartografia de origem é de boa qualidade os polígonos correspondentes ficaram devidamente fechados, não havendo necessidade de realizar trabalho adicional na geometria dos edifícios.

### **5.4.5 Fontes de Ruído**

O presente estudo tem definido como fontes de ruído, as principais vias de tráfego rodoviárias existentes na área em estudo. As fontes de ruído foram modeladas de acordo com a sua geometria real e de forma a reproduzir no modelo a realidade acústica existente.

A localização desta informação foi obtida através da cartografia e documentação existente na Comunidade Intermunicipal do Alentejo Litoral.

Relativamente às cotas das estradas, estas foram colocadas em cima do terreno gerado pelas curvas de nível e pontos cotados, tendo sido feitos alguns ajustes de modo a obter uma melhor correspondência com a realidade.

Em termos de tráfego rodoviário foi efectuado, em primeiro lugar através da realização de trabalho de campo, um reconhecimento das principais rodovias do local. Posteriormente, de acordo com indicações fornecidas pelo município, de entre estas últimas foram então seleccionadas as vias rodoviárias que iriam ser consideradas no mapa de ruído.

Assim, as fontes de ruído consideradas neste estudo foram as vias rodoviárias com tráfego considerável (Figura 3).

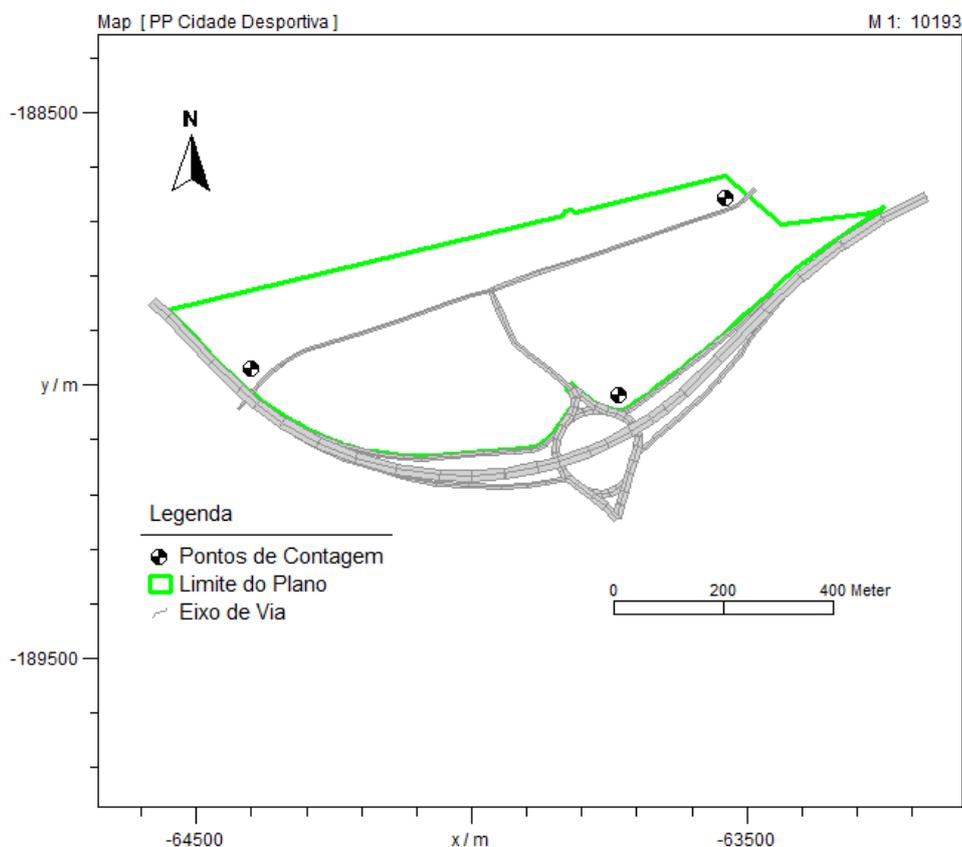


Figura 2 - Vias Consideradas no Estudo e Locais de Contagem de Tráfego

## 5.5 Validação do Modelo

Após o cálculo do mapa de ruído e dado que os valores obtidos são em função dos dados de entrada, é necessário recorrer a uma validação do mesmo. A validação do modelo acústico foi efectuada por comparação dos níveis de pressão sonora medidos no terreno com os valores simulados pelo modelo, com este parametrizado de modo a reproduzir as condições observadas no local durante as medições realizadas.

Os locais de medição foram previamente definidos, de acordo com alguns critérios: influência predominante de uma só fonte de ruído, na proximidade de habitações (sempre que possível), ausência de obstáculos entre a fonte e o receptor, locais onde o efeito de superfícies reflectoras seja mínimo.

### 5.5.1 Validação Junto às Fontes Sonoras

A fim de proceder à validação junto a cada fonte sonora introduzida no modelo, foram realizadas medições de ruído em 5 pontos receptores (Pontos de Validação), nos períodos diurno, entardecer e nocturno. Estas amostragens tiveram uma duração representativa tendo em conta a variabilidade dos níveis de ruído existentes.

As medições foram realizadas de acordo com a metodologia descrita na Norma

Portuguesa 1730 (1996). Durante as amostragens de ruído realizadas, foram efectuadas contagens de tráfego com discriminação de veículos pesados e da sua velocidade média de circulação, a fim de poder simular no modelo a realidade medida.

Na Figura 4, encontram-se identificados os pontos receptores introduzidos no modelo que representam os locais onde foram realizadas medições.

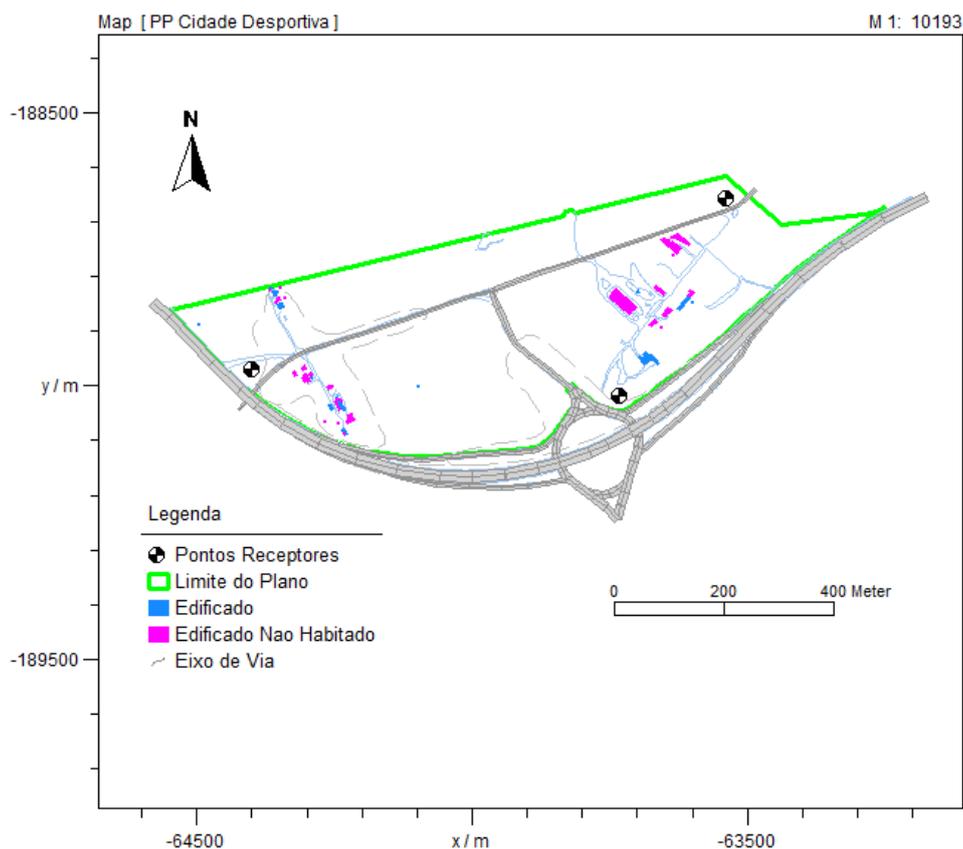


Figura 3 – Pontos Receptores de Ruído.

Os valores obtidos pelo modelo nos pontos receptores de ruído são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3 – Resultados do Modelo nos Pontos Receptores.

Nome	ID	Níveis Calculados dB(A)	
		Lden	Ln
Estrada da Floresta	0004	63,3	55.0
Estrada da Floresta	0212	51.4	43.8
IP8	0191	60.3	51.4

Nas tabelas seguintes, em que se comparam os valores calculados pelo modelo com os valores das amostragens obtidas nos trabalhos de campo, utilizaram-se as seguintes designações:

Lden (mod) Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno calculado a partir de medições efectuadas pela Alacustica, expresso em dB(A) e dado pela expressão:

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

Lden Calc. Indicador de ruído diurno-entardecer-nocturno, calculado pelo modelo;  
Lden calc – Lden mod diferença linear entre o Lden calc e o Lden mod

**Tabela 4 – Comparação entre os Valores Medidos e Calculados para o Indicador Lden**

Ponto	ID	Lden calc.	Lden (mod)	Ln calc - Ln (mod)
Estrada da Floresta	0004	63,3	62,8	0,5
Estrada da Floresta	0212	51,4	50,5	0,9
IP8	0191	60,3	59,3	1,0

**Tabela 5 – Comparação entre os Valores Medidos e Calculados para o Indicador Ln**

Ponto	ID	Ln calc.	Ln (mod)	Ln calc - Ln (mod)
Estrada da Floresta	0004	55,0	53,8	1,2
Estrada da Floresta	0212	43,8	42,5	1,3
IP8	0191	51,4	50,6	0,8

Após análise das tabelas anteriores, verifica-se que os níveis sonoros calculados do ruído ambiente se apresentam, em geral, muito próximos dos valores experimentais. Todos os valores apresentam um desvio inferior a 2 dB(A).

Tendo em conta os resultados do processo de validação, considera-se o modelo apresentado para a elaboração do mapa de ruído como validado, dado verificar-se o cumprimento da condição estipulada no documento princípios orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído, do Instituto do Ambiente:

$$L_{den \text{ calc}} - L_{den \text{ mod}} \leq 2 \text{ dB(A)}$$

## 5.6 Resultados do Modelo – Mapas de Ruído

O cálculo dos mapas de ruído foi realizado a partir da criação de uma malha equidistante de pontos de cálculo. Para cada um dos pontos da malha, o modelo calcula os níveis de ruído adicionando as contribuições de todas as fontes de ruído, tendo também em consideração os trajectos de propagação e as atenuações, de acordo com o estipulado nas Normas francesas XPS 31-133, e “NMPB Routes 1996” (tráfego rodoviário).

Os Mapas de Ruído da situação actual podem ser visualizados nos Mapas 1 e 2 (anexo II), indicador Lden e Ln, respectivamente.

Como o município ainda não efectuou a classificação do território em zonas sensíveis ou zonas mistas exigida pelo Decreto-Lei n.º 09/2007, de 17 de Janeiro, as análises que a seguir se apresentam são de âmbito geral.

Os mapas apresentados foram gerados a partir de uma malha regular de pontos receptores, 2 por 2 metros e calculados a 4 m de altura do solo. Foi utilizado um valor de 2 reflexões para cada raio sonoro.

### 5.6.1 Situação Actual

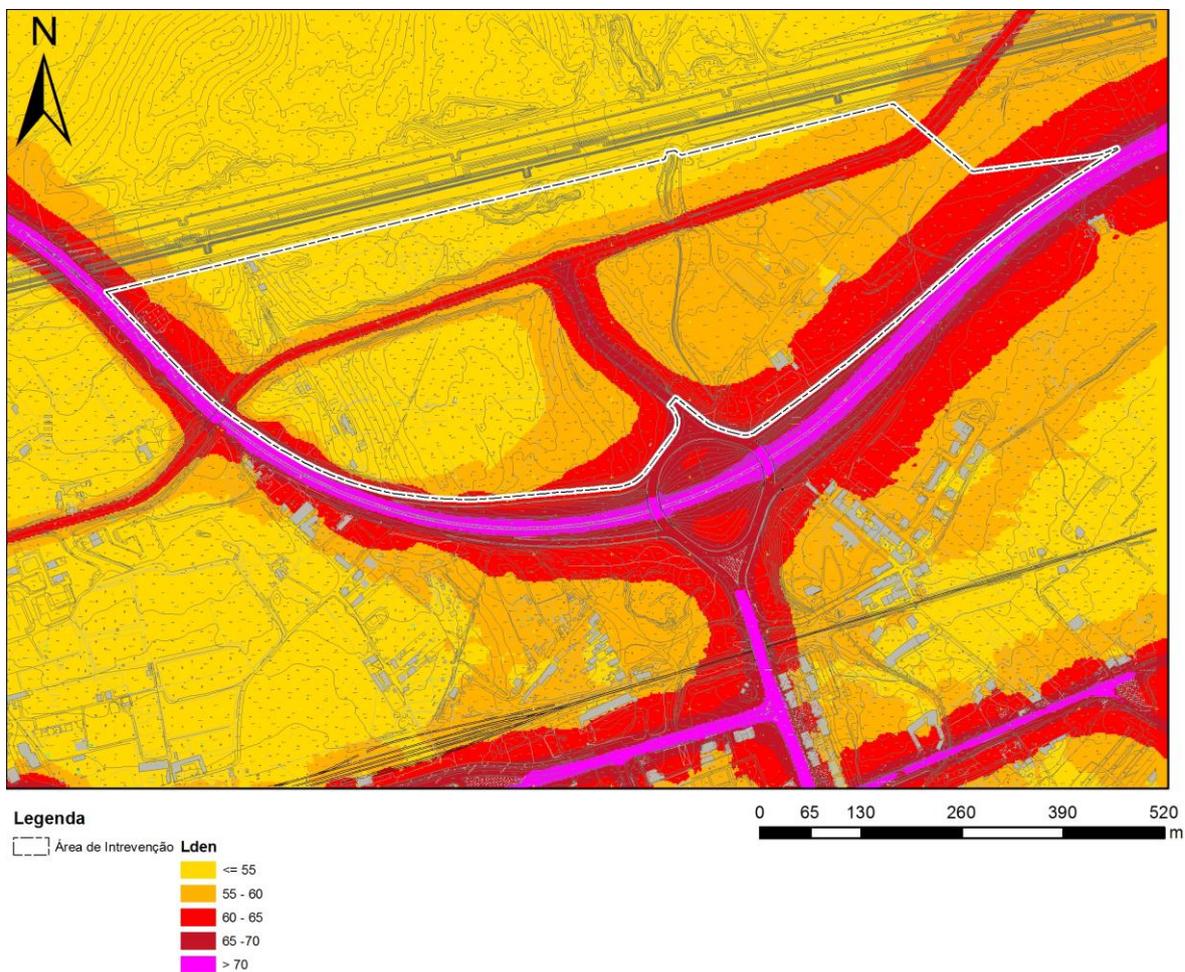
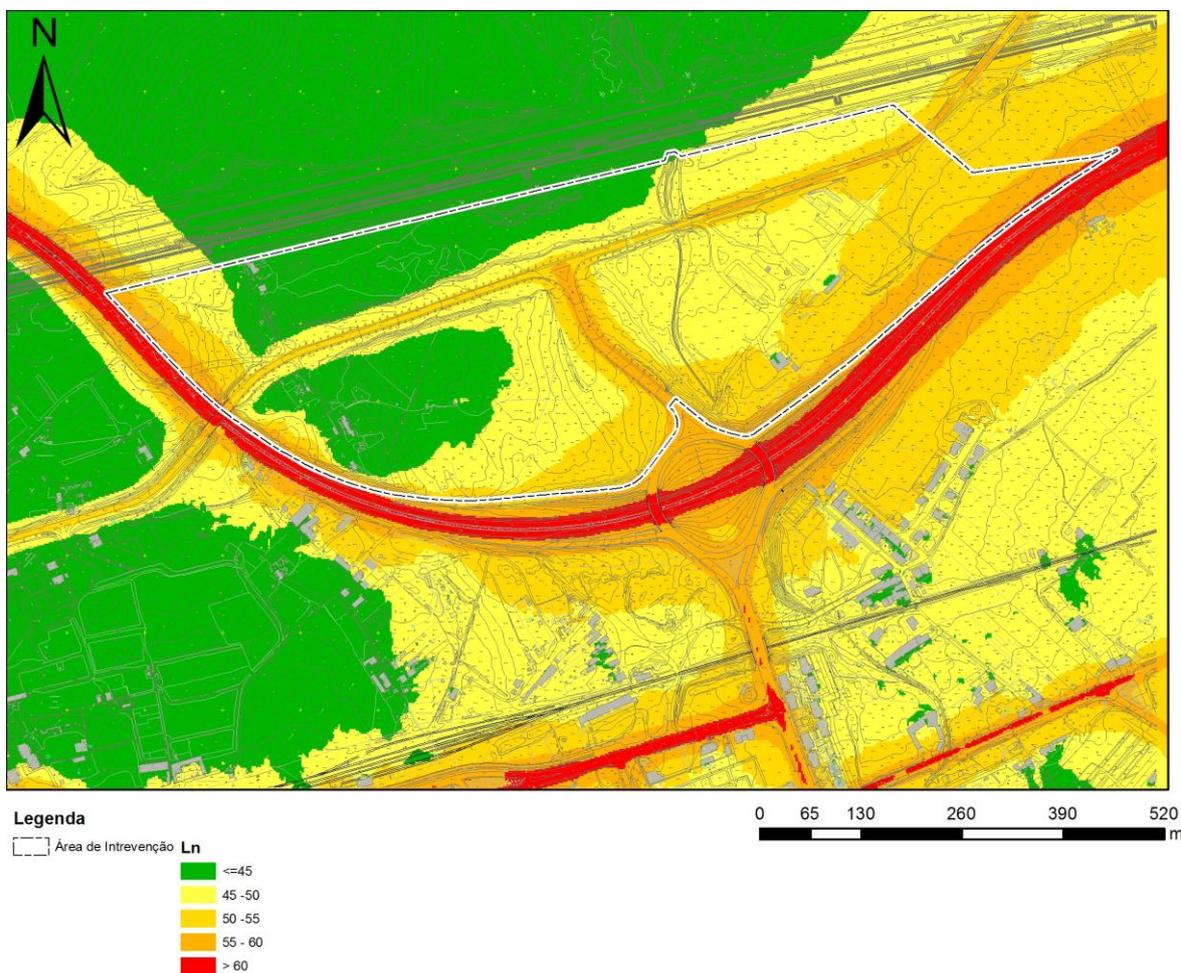


Figura 4 – Níveis Sonoros da Cidade Desportiva de Sines, Lden.



**Figura 5 – Níveis Sonoros da Cidade Desportiva de Sines, Ln.**

Como seria de esperar, verifica-se um decréscimo dos valores do indicador Lden para o Ln. Dadas as circunstâncias, prevê-se que, quando houver classificação de zonas de ruído, o período diurno seja o mais problemático em termos de situações não regulamentares.

### 5.6.2 Situação Futura

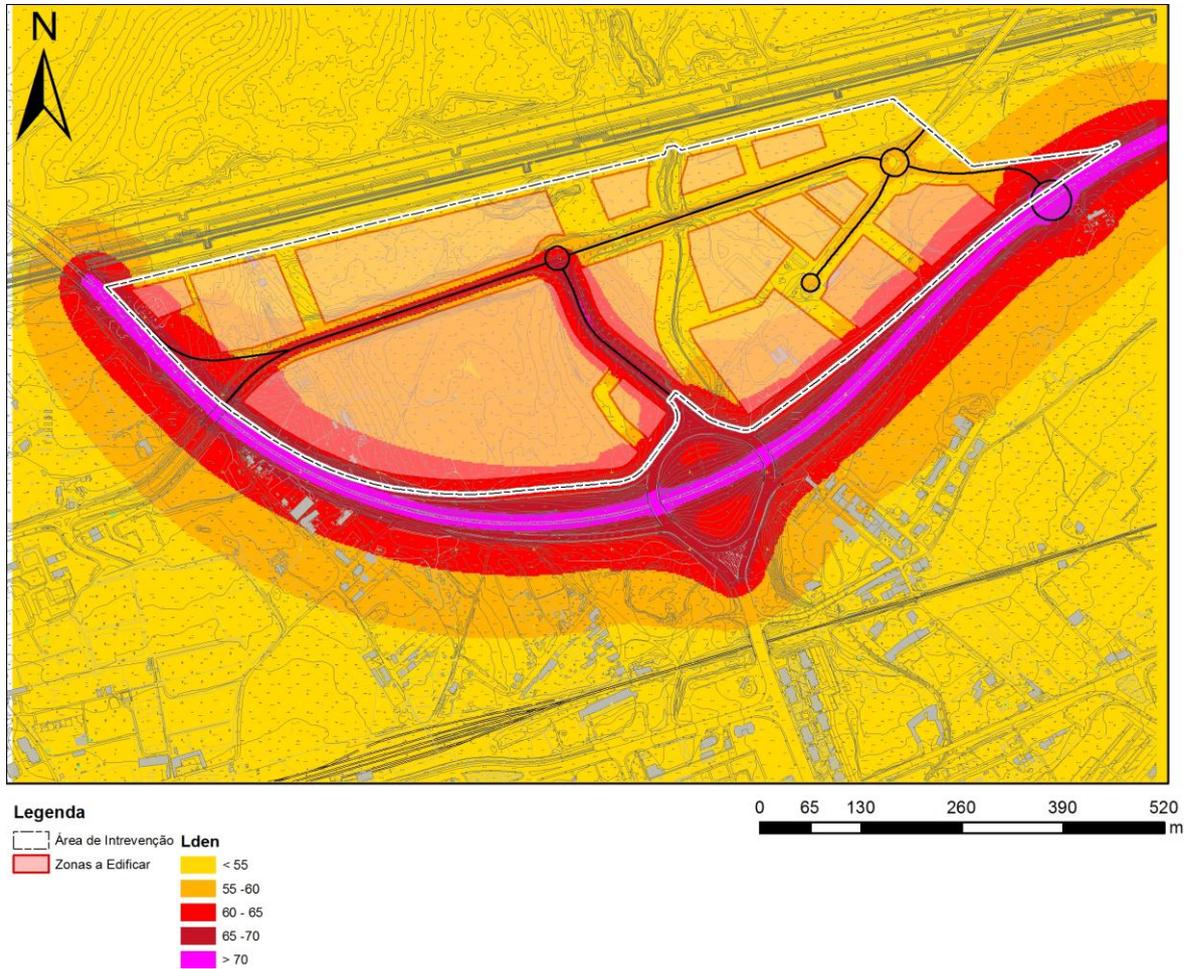


Figura 6 – Níveis Sonoros da Cidade Desportiva de Sines, Lden.

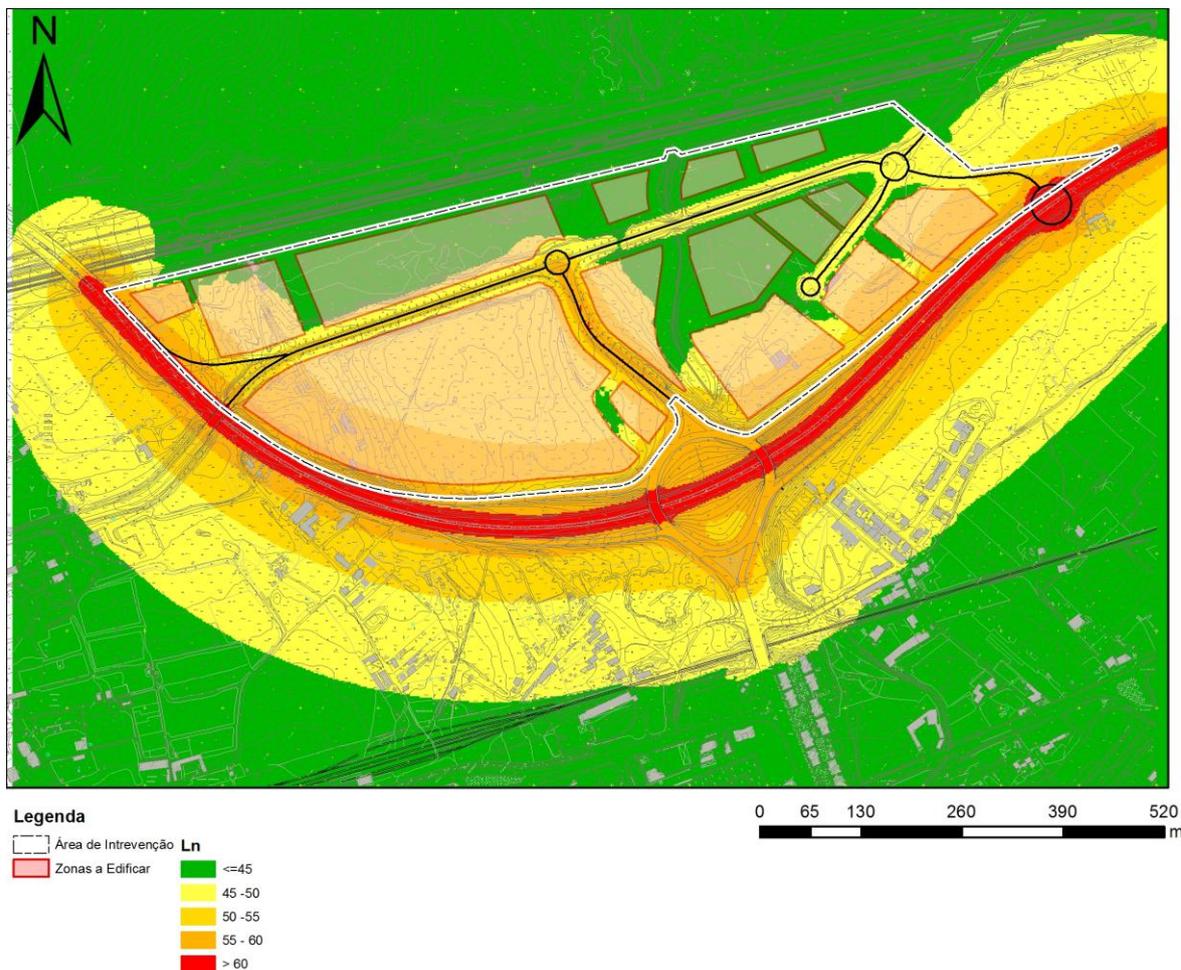


Figura 7 – Níveis Sonoros da Cidade Desportiva de Sines, Ln

## 6. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Foi desenvolvido um modelo computacional, utilizando o programa IMMI, para calcular a emissão e propagação sonora das principais vias rodoviárias existentes no Plano de Pormenor da Cidade Desportiva de Sines.

O modelo inclui o modelo digital do terreno, a implantação geográfica de edifícios e fontes sonoras, as características de emissão acústica destas fontes, bem como os algoritmos de cálculo de propagação sonora em conformidade com a Norma Francesa NMPB 96 e XP S 31-133, a ISO 8297:1994 e a Norma NP 4361-2. O modelo foi validado através de um vasto número de medições de ruído realizadas “*in situ*” para as quais foram contabilizadas várias amostragens, de duração adequada à variabilidade dos níveis de ruído existente ao longo de períodos curtos.

Os cálculos realizados com o modelo permitiram obter a distribuição espacial de Lden e Ln – Mapas de Ruído, assim como o valor deste indicador com pontos receptores discretos que espelham a situação acústica média do local em estudo.

## 6.1 – Situação Actual

De acordo com os resultados apresentados, o Plano de Pormenor em causa está em conformidade com o Regulamento Geral do Ruído, cumpre os critérios de Zona Mista, isto é, as zonas mistas é a área definida em plano municipal de ordenamento do território, cuja ocupação seja afectada a outros usos, existentes ou previstos, para além do uso habitacional, escolas, hospitais ou similares, ou espaços de lazer, e de acordo com a alínea a) do artigo 11º, do Regulamento Geral de Ruído, as zonas mistas não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador *Lden*, e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador *Ln*, tal como é verificado.

## 6.2 – Situação Futura

De acordo com os resultados apresentados, o Plano de Pormenor em causa está em conformidade com o Regulamento Geral do Ruído, assim, não são de prever ao nível do ruído, impactes negativos significativos, após a implementação do Plano de Pormenor.

Elaborado por:

**ALACÚSTICA**  
Ensaios e Projectos de Engenharia  
Acústica, Lda  
Contribuinte nº 506 940 802  
Telf.: 966 192 710

Vítor Raminhos

## 7. BIBLIOGRAFIA

ANMP – Associação Nacional de Municípios de Portugueses. Página da Internet «<http://www.anmp.pt>».

Bundesbahn, I.D. (1990) Akustik 03 : Richtlinie zur Berechnung der Schallimmissionen von Schienenwegen (Schall 03). Bundesbahn Zentralamt München, München.

Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que transpõe a Directiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, nas

Decreto-Lei n.º 09/2007 de 17 de Janeiro – Regulamento Geral do Ruído

Directrizes para a elaboração de Planos de Monitorização de Ruído de Infra-Estruturas Rodoviárias e Ferroviárias, DGA / DGOTDU, 2001.

Directrizes para elaboração dos mapas de ruído, do Instituto do Ambiente, e nas Notas Técnicas elaboradas pela DGA/DGOTDU – “Princípios orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído”

Guide du Bruit des Transports Terrestres - Prévission des niveaux sonores”, CETUR, 1980.

ISO 8297:1994 – Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment – engineering method.

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".

Norma Portuguesa NP – 1730, “Acústica. Descrição e Medição de Ruído Ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e procedimentos”, Instituto Português da Qualidade, 1996.

Norma Portuguesa NP – 1730, “Acústica. Descrição e Medição de Ruído Ambiente. Parte 2: Recolha de dados relevantes para o uso do solo”, Instituto Português da Qualidade, 1996.

Norma Portuguesa NP – 1730, “Acústica. Descrição e Medição de Ruído Ambiente. Parte 3: Aplicação aos limites do Ruído”, Instituto Português da Qualidade, 1996.

Norme XP S31-133(2001) – Bruit des infrastructures de transports terrestre. Calcul de l’atténuation du son lors de sa propagation en milieu extérieur incluant les effets météorologiques.

Princípios orientadores para a Elaboração de Mapas de Ruído, DGA/DGOTDU, 2001.

Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente, Instituto do Ambiente, Abril 2003.

Recomendação da Comissão Europeia 2003/613/EC, relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e

o ruído do tráfego rodoviário e ferroviário, bem como dados de emissões relacionados, de 6 de Agosto de 2003.

Recomendações para Selecção de Métodos de Cálculo a Utilizar na Previsão de Níveis Sonoros, DGA / DGOTDU, 2001.

# ANEXO I



# BOLETIM DE VERIFICAÇÃO

NÚMERO 245.70 / 11.095

PÁGINA 1 de 2

## ENTIDADE:

Nome	Alacústica - Ensaios e Projectos de Engenharia Acústica, Lda.
Endereço	Rua Zeca Afonso, Lote 7 - Cuba - 7490-175 Cuba

## INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO:

Desp. Aprov. Modelo n.º	245.70.05.3.16	
Sonómetro	Marca / Modelo / N.º de série	Brüel & Kjær / 2250 / 2693759
Microfone	Marca / Modelo / N.º de série	Brüel & Kjær / 4189 / 2680916
Pré-amplificador	Marca / Modelo / N.º de série	Brüel & Kjær / ZC 0032 / 12315
Calibrador	Marca / Modelo / N.º de série	Brüel & Kjær / 4231 / 2651915

## CARACTERÍSTICAS METROLÓGICAS:

Classe	1
--------	---

## OPERAÇÃO EFECTUADA:

Tipo / Data	Verificação Periódica / 07/02/2011
Rastreabilidade	Tensão contínua e alternada - Lab. Metrol. Eléct. ISQ (Portugal) Frequência - IPQ (Portugal) Nível de pressão sonora - Danak (Dinamarca)
Documentos de referência	Portaria 977/09 de 1 de Setembro de 2009 Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 01 tendo por base os documentos de referência Norma IEC 61672-3.
Condições ambientais	Temp.: 22,7 °C Hum. Rel.: 55,0 % Pressão atmosf.: 100,8 kPa
RESULTADO	<b>Em conformidade com os valores regulamentares</b> <b>O Valor do erro de cada uma das medições efectuadas são inferiores aos valores dos erros máximos admissíveis para a classe do equipamento de medição</b>

Local / Data

Oeiras, 7 de Fevereiro de 2011

Verificado por

António Lopes

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O presente Boletim de Verificação só pode ser reproduzido no seu todo e apenas se refere ao(s) item(s) ensaiado(s).

O equipamento é selado como consta no Despacho de aprovação de modelo respectivo.

A operação de controlo metrológico efectuada é evidenciada apenas pela aposição no instrumento do símbolo respectivo como consta dos anexos da Portaria n.º 962/90 de 9 de Setembro

Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.



## BOLETIM DE VERIFICAÇÃO - cont.

NÚMERO 245.70 / 11.095

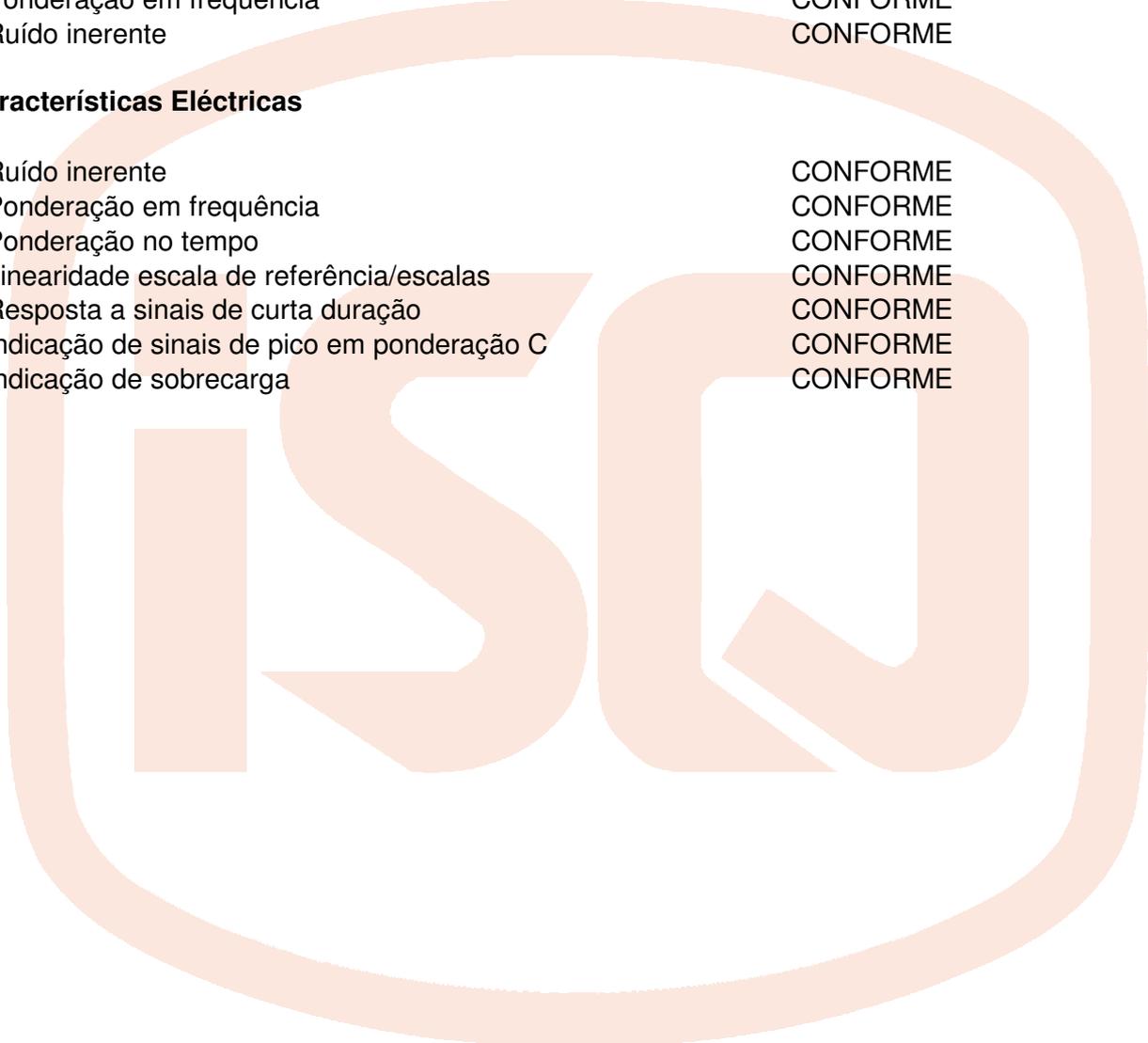
PÁGINA 2 de 2

### Características Acústicas

Calibrador acústico	CONFORME
Condições de referência	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ruído inerente	CONFORME

### Características Eléctricas

Ruído inerente	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ponderação no tempo	CONFORME
Linearidade escala de referência/escalas	CONFORME
Resposta a sinais de curta duração	CONFORME
Indicação de sinais de pico em ponderação C	CONFORME
Indicação de sobrecarga	CONFORME



Este documento não pode ser reproduzido, excepto integralmente, sem autorização por escrito do ISQ.

DM/065.2/07



**IPAC**  
acreditação

M0059  
Calibração

Laboratório de Calibração em  
Metrologia Electro-Física

# Certificado de Calibração

Data de Emissão 2011-02-07 Certificado nº. CACV204/11 Página 1 de 2

## Equipamento

### SONÓMETRO

Marca: Brüel & Kjær  
Modelo: 2250

Nº série: 2693759  
Classe IEC 61672: 1

### MICROFONE

Marca: Brüel & Kjær  
Modelo: 4189

Nº série: 2680916

### PRÉ-AMPLIFICADOR

Marca: Brüel & Kjær  
Modelo: ZC 0032

Nº série: 12315

## Cliente

### Alacústica - Ensaios e Projectos de Engenharia Acústica, Lda.

Rua Zeca Afonso, Lote 7  
Cuba  
7490-175 Cuba

## Data de Calibração

2011-02-07

## Condições Ambientais

Temperatura: 22,7 °C Humid. rel.: 55,0 % Pressão Atmosf.: 100,8 kPa

## Procedimento

Proc. Interno PO.M-DM/ACUS 01 tendo por base os documentos de referência Norma IEC 61672.

## Local do Serviço

Laboratório de Calibração em Metrologia Electro-Física Oeiras

## Rastreabilidade

Nível de pressão sonora, Brüel & Kjær, Nærum (Denmark) - DANAK.  
Tensão alternada, Fluke 5790A, Fluke A40 / A40A, rastreado à Fluke, Kassel (Deutschland - DKD).

## Estado do Equipamento

Não foram identificados aspectos relevantes que afectassem os resultados.

## Resultados

Encontram-se apresentados na(s) folha(s) em anexo.  
A incerteza expandida apresentada, está expressa pela incerteza-padrão multiplicada pelo factor de expansão  $k=2$ , o qual para uma distribuição normal corresponde a uma probabilidade de, aproximadamente, 95%. A incerteza foi calculada de acordo com o documento EA-4/02.

**Nota: Em conformidade com os valores regulamentares**

Calibrado por

António Lopes

Responsável pela Validação

Luís Ferreira (Responsável Técnico)



# Certificado de Calibração

Certificado nº. CACV204/11

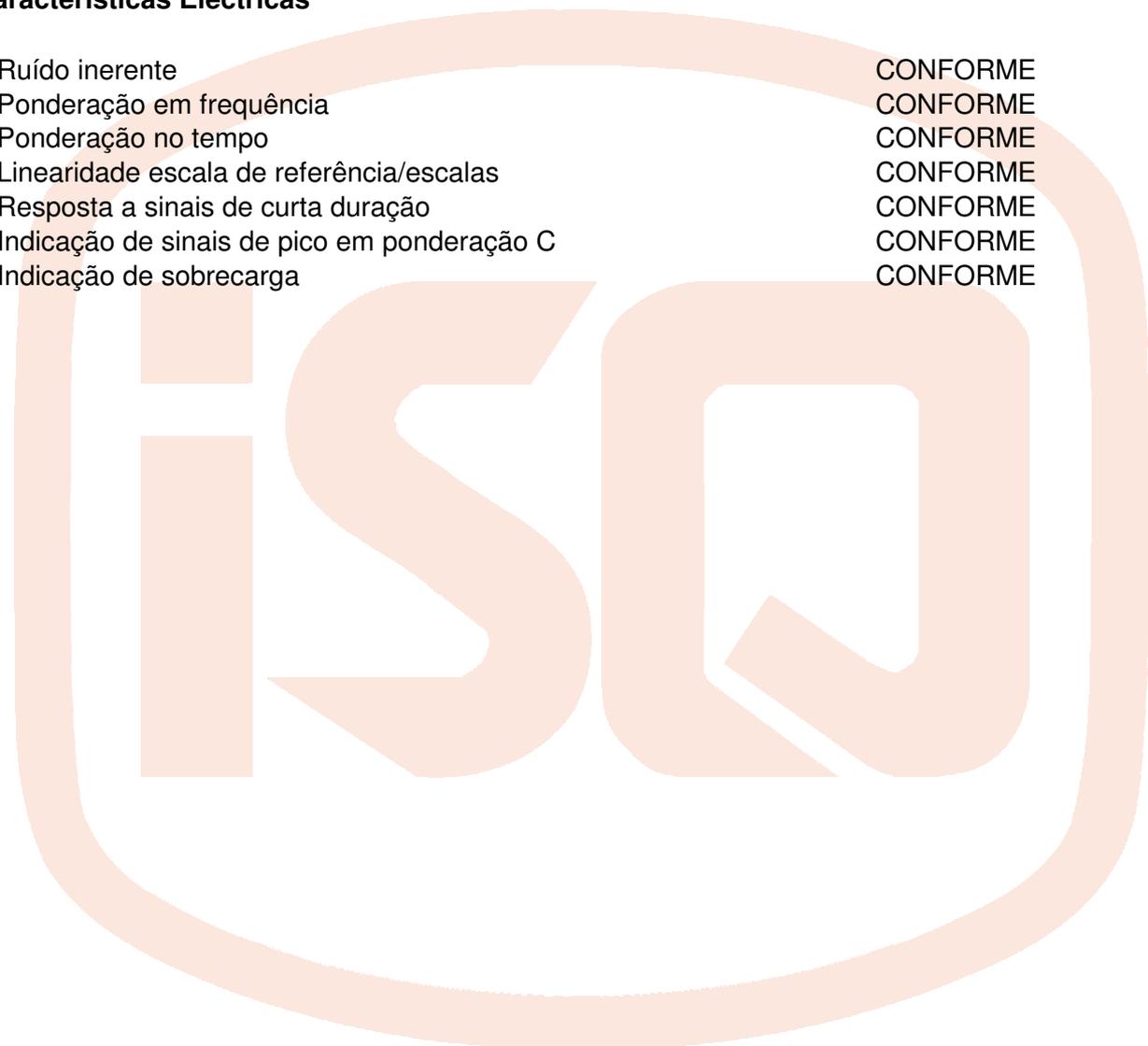
Página 2 de 2

## Características Acústicas

Condições de referência	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ruído inerente	CONFORME

## Características Eléctricas

Ruído inerente	CONFORME
Ponderação em frequência	CONFORME
Ponderação no tempo	CONFORME
Linearidade escala de referência/escalas	CONFORME
Resposta a sinais de curta duração	CONFORME
Indicação de sinais de pico em ponderação C	CONFORME
Indicação de sobrecarga	CONFORME



Calibrado por

*A. Lopes*

António Lopes

Responsável pela Validação

*Luís Ferreira*

Luís Ferreira (Responsável Técnico)

O IPAC é signatário do Acordo de Reconhecimento Mútuo da EA e do ILAC para ensaios, calibrações e inspeções. IPAC is a signatory to the EA MLA and ILAC MRA for testing, calibration and inspection. Este documento só pode ser reproduzido na íntegra, excepto quando autorizado por escrito do ISQ. This document may not be reproduced other than in full, except with the prior written approval of the issuing laboratory.

DM/064.2/07



## Quality Assurance Statement

This certifies that the enclosed weather station was manufactured and individually tested by:

### **Davis Instruments, 3465 Diablo Ave., Hayward, California USA**

All Davis weather stations are assembled in our California factory using rigorous production controls and a quality management system certified by Det Norske Veritas to be compliant to **ISO 9001:2000** standards. Each unit is individually tested for accuracy, consistency and overall product quality. Our goal is to have all units perform to the specifications printed on the reverse side.

To ensure superior product performance, Davis stations undergo numerous tests during the development and manufacturing process:

#### **Some of our tests are ongoing and are part of a continuous product improvement process:**

**Corrosion testing:** Testing in an accelerated corrosion chamber to verify the durability of mechanical and electronic components.

**Reliability testing:** Testing of stations at remote, harsh weather sites throughout the world.

**Wind tunnel testing:** Extensive wind tunnel testing to verify starting threshold, accuracy over range, and survivability over range.

**UV testing:** Testing in an accelerated UV chamber to verify that components will have a long outdoor life. Verifying that solar panels still function after prolonged UV exposure.

**Mechanical testing:** Testing to ensure the station functions after vigorous vibration.

**Moisture testing:** Verifying that the unit will continue to function well in wet and damp environments. Verifying that the system does not break in freezing wet or dry conditions.

**Life tests:** Verifying that system still functions after thousands of button pushes and millions of bearing revolutions.

**Quality Assurance Program:** Inspection of incoming parts and components to verify they meet Davis' quality specifications.

**Sensor testing:** Long-term evaluation of sensors to determine environmental effects on accuracy.

#### **In addition to our ongoing testing, each Davis station undergoes these tests:**

**Electronics testing:** Verifying that the station manages power efficiently and conserves battery life.

**Radio testing:** Testing of wireless components before assembly to verify proper function and FCC and EMC conformance and range verification.

**Burn in:** Testing of consoles to check for any defects or malfunctions.

**Final test:** Thorough check of all system functions and sensors performed on every station.

#### **National Institute of Standards & Technology (NIST) calibration:**

NIST calibration compares sensor performance to a verified national standard of measurement and is available for an additional fee.

**RELACRE**

Associação de Laboratórios Acreditados de Portugal

Rua Filipe Folque, N.º 2 - 6.º Dto. - 1050-113 LISBOA  
Número de Identificação de Pessoa Colectiva 502578874



DFP - Divisão de Formação Profissional

# CERTIFICADO DE FREQUÊNCIA DE FORMAÇÃO PROFISSIONAL

Decreto Regulamentar N.º 35/2002 de 23 de Abril

Certificamos que

**Vitor Miguel Raminhos**

natural de Beja, nascido(a) a 04-10-1971,  
nacionalidade Portuguesa, portador(a) do Bilhete de Identidade  
nº 9533965 emitido pelo arquivo de identificação de Beja, frequentou em  
em 26-09-2002 frequentou em 4, 5 e 6 de Junho de 2008 com a duração  
total de 21 horas, a Acção de Formação

## Acústica e Vibrações: Ruído Ambiente

Certificado N.º 0439/2008

Lisboa, 11 de Junho de 2008

Entidades acreditadas pela

A DIRECÇÃO TÉCNICA -RELACRE

A DIVISÃO DE FORMAÇÃO - ARSENAL DO ALFEITE



Processo n.º 1870  
Processo n.º 1623

Modalidade de Formação: Aperfeiçoamento

Área de Formação: 520

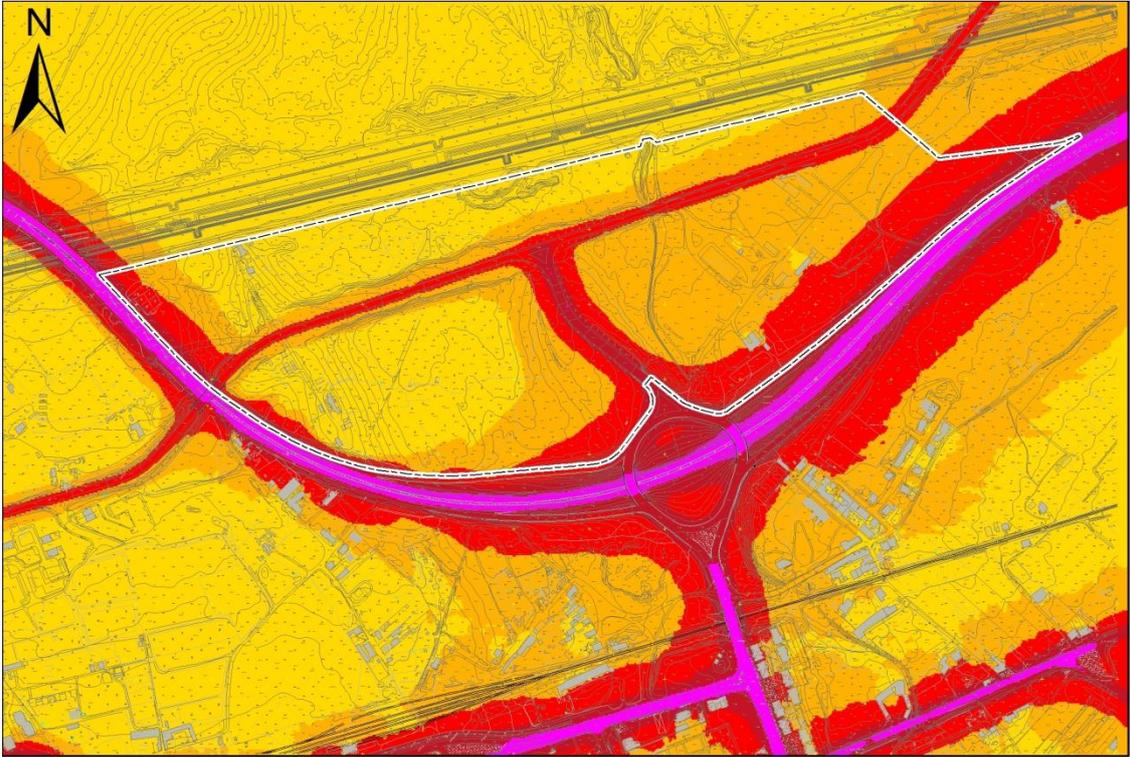
Resumo das competências adquiridas no final da formação:

- No final da Acção de formação, os formandos ficarão:
  - Sensibilizados para a legislação e normalização aplicável ao Ruído Ambiente;
  - Habilitados com os conhecimentos necessários para as boas práticas de execução e de validação de ensaios na área de Ruído Ambiente.

### **Acústica e Vibrações "Ruído Ambiente"**

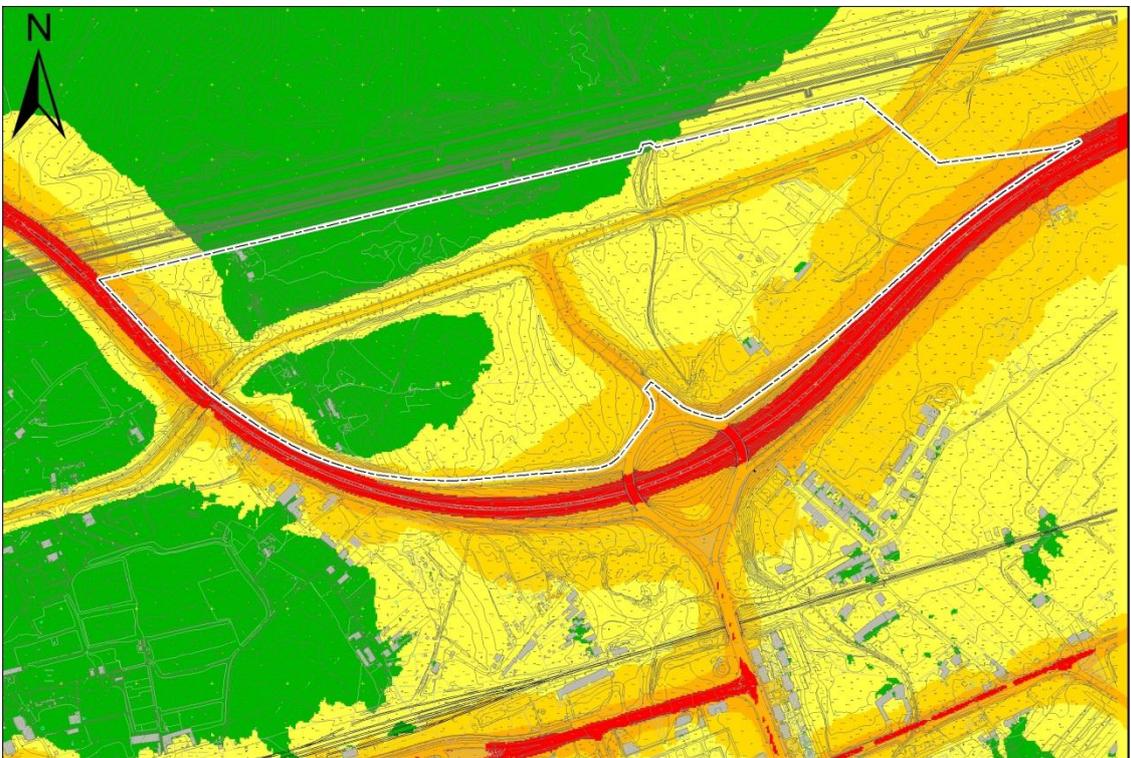
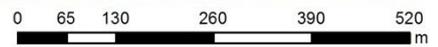
<b>Módulos/Temas</b>	<b>Duração</b>
Legislação e Normalização	9
Medições e Relatórios	10
Cálculo de Incertezas	2
<b>Nº total de horas</b>	<b>21</b>

## ANEXO II



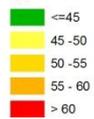
**Legenda**

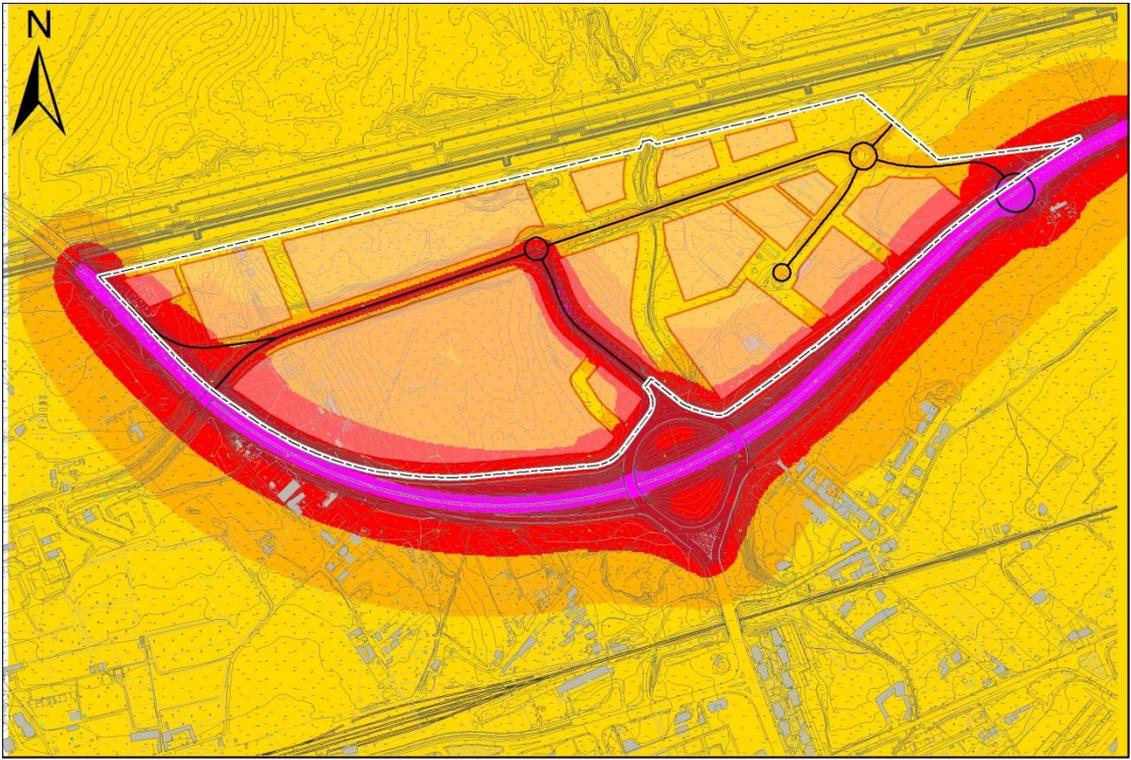
Área de Intervenção Lden



**Legenda**

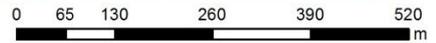
Área de Intervenção Ln





**Legenda**

- Área de Intervenção **Lden**
- Zonas a Edificar
  - < 55
  - 55 - 60
  - 60 - 65
  - 65 - 70
  - > 70



**Legenda**

- Área de Intervenção **Ln**
- Zonas a Edificar
  - <= 45
  - 45 - 50
  - 50 - 55
  - 55 - 60
  - > 60

