



projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído
- escalas municipal e urbana

Maio 2004



Instituto do Ambiente
MINISTÉRIO DAS CIDADES, ORDENAMENTO DO TERRITÓRIO E AMBIENTE



projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído
- escalas municipal e urbana

Francisco Ramos Pinto

com a colaboração de

Margarida Guedes e Maria João Leite

Março 2004





ÍNDICE

Introdução	5
1 Metodologia	7
1.1. Modelo de previsão de níveis sonoros e de elaboração de mapas de ruído	7
1.2. Escala Municipal	9
1.2.1. Área do mapa vs Área de estudo	9
1.2.2. Aquisição de dados	9
1.2.2.1. Cartografia de base	9
1.2.2.2. Dados de entrada	10
1.2.3. Cálculo do mapa de ruído	10
1.2.4. Validação dos mapas de ruído	12
1.3. Escala Urbana	13
1.3.1. Área do mapa vs Área de estudo	13
1.3.2. Aquisição de dados	13
1.3.2.1. Cartografia de base	13
1.3.2.2. Dados de entrada	13
1.3.3. Cálculo do mapa de ruído	15
1.3.4. Validação dos mapas de ruído	15
2 Apresentação e análise dos resultados	17
2.1. Apresentação dos mapas de ruído	17
2.2. Resultados da validação dos mapas de ruído	18
2.3. Análise dos mapas de ruído	19
3 Conclusões	23
Documentação consultada	26
Anexos	27



Introdução

Com a publicação do Regime Legal sobre Poluição Sonora (RLPS, aprovado pelo Decreto-lei nº292/2000, de 14 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-lei nº 259/2002, de 23 de Novembro) a prevenção de ruído e o controlo da poluição sonora vieram assumir novo fôlego.

Tendo em conta as novas competências atribuídas ao Instituto do Ambiente, particularmente a prestação de apoio técnico através da publicação de directrizes para a elaboração de mapas de ruído, tornou-se fundamental realizar um exercício completo de elaboração de mapas de ruído.

O projecto-piloto tem assim os seguintes objectivos:

- Desenvolver mapas de ruído a três escalas distintas (municipal, urbana e local), para articulação com o ordenamento do território e com planos de redução de ruído;
- Estabelecer metodologias para a elaboração de mapas de ruído, de planos de monitorização e de redução de ruído.

Um mapa de ruído constitui, essencialmente, uma ferramenta de apoio a decisões 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, deverá fornecer 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 níveissonoros compatíveis.

Enquanto que a representação dos níveis sonoros existentes constitui um primeiro diagnóstico da área cartografada face àqueles objectivos, a simulação de cenários futuros fornecerá informação essencial para a sua persecução a médio/longo prazo, através da:

- avaliação da evolução das emissões sonoras de infra-estruturas de transporte existentes e de actividades económicas instaladas (particularmente, indústrias), identificando a eventual necessidade de medidas de redução de ruído;

- avaliação da influência sonora de projectos (incluindo alternativas) de futuras infra-estruturas de transporte ou de projectos de desenvolvimento industriais, comerciais, possibilitando a escolha da alternativa de menor impacte;
- avaliação de diferentes medidas alternativas no âmbito de um plano de redução e da eficácia global do mesmo.

A escala municipal adapta-se melhor à tomada de decisões sobre estratégias de zonamento e de identificação de áreas prioritárias para redução de ruído. A escala urbana é mais adequada para sustentar a elaboração de planos de redução de ruído e para estabelecer condicionamentos nas licenças de exploração de actividades económicas com emissões sonoras significativas para o exterior, bem como interditar o licenciamento ou a autorização de construção de novos edifícios de uso sensível quando o ruído ambiente exterior excede valores regulamentares.

Tendo em conta a informação que é possível retirar da escala urbana, conclui-se que o exercício à escala local (plano de pormenor) seria dispensável para atingir os objectivos de um mapa de ruído atrás enumerados. Isto não invalida a provável necessidade de realizar estudos acústicos/mapas de ruído a escalas de maior pormenor para apoiar, por exemplo, um plano de redução de ruído de uma instalação industrial com várias fontes sonoras.

O presente relatório encontra-se estruturado em três partes:

- metodologia – apresentação genérica do modelo de previsão adoptado e das diferentes fases do processo de elaboração de mapas de ruído por recurso a modelos computacionais; e ainda explicação (sucinta) de todos os exercícios, aplicados aos casos concretos da zona do Carregado (escala municipal) e Queijas / Linda-a-Pastora (escala urbana);
- apresentação e discussão dos resultados – análise dos vários mapas tendo em conta os objectivos dos exercícios propostos;
- conclusões – principais conclusões que constituem directrizes para a elaboração de mapas de ruído.

Escala municipal

O exercício à escala municipal foi realizado no concelho de Alenquer – zona do Carregado e sua envolvente próxima. A partir de uma configuração base de cálculo foram elaborados diferentes mapas finais tendo em conta os objectivos à escala municipal:

- mapas de níveis sonoros da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno;
- mapas de níveis sonoros da situação futura (ano 2010), para os períodos diurno e nocturno.

Escala urbana

A escala urbana foi testada no concelho de Oeiras, freguesia de Queijas, na zona de Linda-a-Pastora. De igual modo, foram testadas diferentes opções de cálculo, e a partir da configuração base de cálculo, elaborados os seguintes mapas de ruído para resposta aos objectivos do projecto:

- mapas de níveis sonoros da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno;
- mapas de conflito¹ da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno;
- quadros da estimativa de população exposta (2002/03), nos períodos diurno e nocturno, como informação adicional para enumerar prioridades no plano de redução de ruído.

O presente projecto foi coordenado por Bertília Valadas, tendo sido desenvolvido por Francisco Ramos Pinto, Margarida Guedes, Maria João Leite e, nas medições acústicas, Idália Raposo. Colaboraram ainda Ana Sousa e Carlos Coucelo na interacção com Sistemas de Informação Geográfica (SIG), simplificação e conversão da informação cartográfica, e no desenvolvimento de metodologias para estimativa de população exposta.

O projecto foi desenvolvido com o apoio financeiro (75% de participação) do Programa Operacional de Ambiente (POA).

Notas: Os mapas desenvolvidos no âmbito deste projecto não substituem, em qualquer circunstância, os mapas que possam vir a ser realizados pelas respectivas Câmaras Municipais.

Os mapas da zona do Carregado assumem simplificações notórias da realidade:

- pela rápida dinâmica de crescimento de que a zona é alvo, os mapas da situação existente estão, forçosamente, desactualizados (quer em termos do número de fontes sonoras quer em termos de receptores sensíveis);
- os mapas da situação futura (2010) não apresentam todas as fontes sonoras expectáveis à data, umas por falta de informação (nomeadamente, previsões de tráfego das EN's, linha do Norte e de desenvolvimento da zona industrial do Carregado), outras para simplificação do exercício (nomeadamente, não consideração da variante a Alenquer da EN1); o traçado da A10 simulado foi o aprovado pela Comissão de Avaliação do respectivo Estudo de Impacte Ambiental;
- não foi simulada a contribuição do futuro aeroporto de Lisboa porque a informação disponibilizada não foi suficiente para realizar um exercício completo de previsão que possibilitasse a geração de um mapa de ruído.

Em qualquer dos casos, as simplificações não afectam os objectivos do exercício.

¹ Mapas que associam a classificação de zonas sensíveis e mistas aos níveis sonoros, ilustrando a conformidade com o RLPS. Neste caso, utilizou-se uma proposta de classificação apresentada pela Câmara Municipal de Oeiras.

1 Metodologia

Para a realização deste projecto-piloto, foi utilizado o software de previsão de níveis sonoros "MITHRA", concebido para a modelação da emissão e da propagação de ruído em ambiente exterior. A opção pela modelação, em detrimento das medições acústicas, justifica-se pela harmonização que se pretende a médio/longo prazo com as regras adoptadas pela Directiva 2002/49/CE, relativa à avaliação e gestão de ruído ambiente (adiante designada por Directiva de Ruído Ambiente).

O programa utilizado segue os métodos de cálculo recomendados pela referida directiva comunitária para cada tipo de fonte sonora, à excepção das ferrovias (para as quais o método considerado é equivalente ao recomendado); permite ainda obter níveis sonoros expressos em termos do indicador $L_{Aeq,LT}$ para cada período de referência, a uma determinada altura do solo, e cartografá-los em classes de acordo com a NP 1730, tal como referido no documento "Elaboração de mapas de ruído – Princípios orientadores", DGA/DGOTDU, Outubro 2001. No entanto, quando na mesma cartografia são englobadas diferentes fontes de ruído (como é o caso dos mapas da zona do Carregado), o programa não permite o cálculo dos níveis sonoros globais a partir dos diferentes métodos, tendo de ser assumido, portanto, um método de cálculo comum para todas as fontes. No caso de estudo do Carregado, pelo facto da fonte sonora predominante ser o tráfego rodoviário, optou-se pelo método de cálculo francês para apresentar a cartografia global.

Através de ferramentas de desenho ou de importação de dados de base é possível introduzir no modelo curvas de nível (para criação de modelo digital do terreno), fontes de ruído, edifícios, barreiras, entre outros aspectos relevantes para a modelação. A partir de uma grelha de pontos de cálculo localizada a uma dada cota acima do solo ("altura de cálculo") que acompanha a topografia, e por aplicação de algoritmos de propagação de ruído, obtêm-se níveis sonoros nos referidos pontos. Depois do cálculo efectuado é desenhado um mapa de ruído de acordo com as cores e limites previamente definidos.

1.1. Modelo de previsão de níveis sonoros e de elaboração de mapas de ruído

O processo de elaboração de mapas de ruído através de modelos de previsão é geralmente dividido em quatro fases distintas:

1. Definição da "área do mapa" e da "área de estudo"
2. Aquisição de dados
3. Cálculo do mapa de ruído
4. Validação do mapa de ruído

Na primeira fase é necessário, geralmente, considerar uma **área de estudo** maior do que a área onde se pretende conhecer os níveis sonoros (adiante designada como "**área do mapa de ruído**"), dado que poderão existir fontes de ruído que apesar de se localizarem fora da área do mapa, poderão ter influência nos níveis sonoros aí existentes. A distância a considerar para além da área do mapa depende do tipo e intensidade da fonte em causa, bem como das características de ocupação do solo no limite da área do mapa que determinam a capacidade de influência dessas fontes "exteriores" naquela área.

A segunda fase constitui a recolha ou **aquisição de informação** base necessária à alimentação do modelo. Esta informação é constituída pela cartografia do local e por um conjunto variado de dados de entrada consoante o tipo de fonte sonora em causa.

Faz parte da **cartografia base** a altimetria do terreno (curvas de nível cotadas), localização dos edifícios, das fontes de ruído (infra-estruturas de transporte e fontes fixas) e de obstáculos permanentes à propagação do ruído (por exemplo, muros, barreiras acústicas).

Os **dados de entrada** necessários ao modelo considerando a escala do mapa, são divididos em duas classes diferentes. A primeira corresponde a uma caracterização física de todos os elementos inseridos no modelo, tais como as características das fontes de ruído (rodovias – n.º de faixas, larguras, piso, etc.; ferrovias – n.º de vias, larguras, etc.; indústrias – tipo e número de fontes, directividade, etc.), altura de edifícios ou alturas médias caso seja um aglomerado de edifícios. A segunda classe de

dados de entrada refere-se à caracterização quantitativa (dados de emissão) das fontes:

- rodovias - nº veículos por hora, percentagem de pesados e velocidade média, por período de referência; modo de circulação; ou níveis de potência sonora por metro linear de via (L_w/m) por bandas de frequência (1/1 oitava);
- ferrovias - por período de referência e por tipo de composição: o n.º de passagens, comprimento e velocidade médios; por tipo de composição: tipo e número do material de tracção e de carruagens; adicionalmente, para cada tipo de material de tracção e carruagem, dados de emissão (níveis de potência - sonora por frequência), quando não for possível corresponder o material circulante com o da base-de-dados do modelo;
- fontes fixas - dados de potência sonora por bandas de frequência (1/1 oitava).

Dependendo do método de cálculo adoptado, e no caso do recomendado pela Directiva sobre Ruído Ambiente, é necessária a introdução de dados meteorológicos, tais como o estado do ambiente atmosférico, direcção e velocidade do vento, que influenciam a propagação do ruído. Para a adaptação à realidade nacional da metodologia constante do Manual Técnico do MITHRA foi solicitada a colaboração do Instituto de Meteorologia, mas não foi possível proceder à adaptação necessária dos dados meteorológicos nacionais, por dificuldades de articulação metodológica. Face a esta limitação, optou-se por considerar, para todas as simulações, condições favoráveis à propagação do ruído em 30% do tempo.

Toda a informação tanto cartográfica como de dados de entrada a inserir no modelo deverá ser previamente tratada devendo estar disponível em condições e formatos aceites pelo mesmo.

Para o **cálculo do mapa de ruído** há que começar por definir os parâmetros do mapa: número de pontos de cálculo, altura de cálculo e o indicador de níveis sonoros ($L_{Aeq, dia}$, $L_{Aeq, noite}$, etc.).

No processo de cálculo propriamente dito é possível ter em consideração variantes de cálculo, tais como o n.º de raios, reflexões e intercepções, que poderão tornar ou não o processo mais simples e menos demorado. Estas variantes são intrínsecas do modelo e dependem do grau de precisão que o utilizador pretende obter e da escala a que se está a realizar o mapa.

Para ambas as escalas, e relativamente às variantes de cálculo - nº e comprimento dos raios, nº de reflexões e de intercepções - foram realizados vários testes comparativos de mapas assumindo uma combinação inicial dessas variantes e fazendo-as variar uma a uma em cada mapa assim realizado, por forma a demonstrar a sua influência nos níveis sonoros simulados e no tempo de cálculo. Seguidamente, efectuou-se uma análise comparativa dos mapas com o mapa inicial. Esta análise consistiu em calcular, para todos os pontos de cálculo, alguns indicadores das diferenças relativas entre os níveis sonoros dos mapas variantes e inicial. Para cada escala foi determinada, assim, a configuração base a partir da qual se realizaram os mapas de ruído finais. Estes testes foram realizados numa área inferior à área a cartografar.

Tendo como base variados algoritmos de propagação de ruído, a partir de cada ponto de cálculo e num ângulo de 360º, são traçados raios em número e distância de propagação definidos pelo utilizador, sendo ainda necessário definir qual o número de reflexões e intercepções possíveis. Cada raio poderá ou não interceptar barreiras, fontes de ruído ou qualquer outro elemento introduzido no modelo. Do resultado de todos os raios é obtido um valor de nível sonoro em cada ponto de cálculo. Depois de realizados os cálculos em todos os pontos e em função dos níveis sonoros obtidos, é desenhado um mapa de ruído.

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 confrontando valores simulados com valores medidos. Esta **validação** é feita através de medições de ruído na área do mapa, em locais previamente definidos, de acordo com alguns critérios: influência predominante de um só tipo de fonte (particularmente, a fonte predominante deverá ser monitorizada por forma a verificar a representatividade do TMH), valores simulados que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas), valores próximos dos valores regulamentares, no limite de aglomerados relativamente à fonte, e simulação aparentemente duvidosa. A simulação será aceite caso a diferença entre os valores simulados e medidos não ultrapasse ± 2 dB(A).

Ainda que conceptualmente a validação seja a última fase do processo de elaboração de um mapa de ruído, pode aproveitar-se, se possível, o momento em que se efectua recolha de dados de entrada para o modelo para realizar medições acústicas para a validação. Por exemplo, durante as contagens de tráfego rodoviário podem efectuar-se, em simultâneo, medições acústicas.

1.2. Escala Municipal

As fontes sonoras consideradas de interesse à escala municipal, caso de estudo da zona do Carregado – concelho de Alenquer (Figura 1) foram:

- rodovias – incluíram-se apenas as vias estruturantes (A1, Portagem, Nó do Carregado, Variante à EN1, EN1, EN3 e EN115-4);
- ferrovias – linha do Norte (única existente na área de estudo);
- fontes fixas – indústrias com emissões exteriores de ruído na área industrial do Carregado.

1.2.1. Área do mapa vs Área de estudo

Há necessidade de considerar uma área de estudo superior à área do mapa a cartografar porque as fontes lineares de interesse atrás referidas extravasam, naturalmente, essa área; nas proximidades dos seus limites, não se encontra nenhuma outra fonte de ruído relevante (Figura 1).

1.2.2. Aquisição de dados

1.2.2.1. Cartografia de base

A cartografia base necessária para a elaboração do mapa de ruído foi fornecida pela Câmara Municipal de Alenquer (C.M.A.), à escala 1:10000, em ficheiros .dgn multicodificados, tendo sido necessária a sua interpretação e posterior tratamento e conversão para o formato .dxf com o apoio do programa ArcGis, por forma a poderem ser importados para o programa de cálculo.

Toda a informação foi dividida em diferentes ficheiros, designadamente, altimetria (curvas de nível com intervalos de 5m), eixos de rodovias, eixos de ferrovias, edifícios, indústrias, por forma a facilitar a posterior importação dos elementos para o modelo.

Apenas os ficheiros relativos à altimetria continham informação altimétrica. No caso dos eixos de vias, foi necessário construir um modelo digital do terreno (com base na altimetria) e através deste, atribuir valores de altimetria a todas as linhas de eixo.

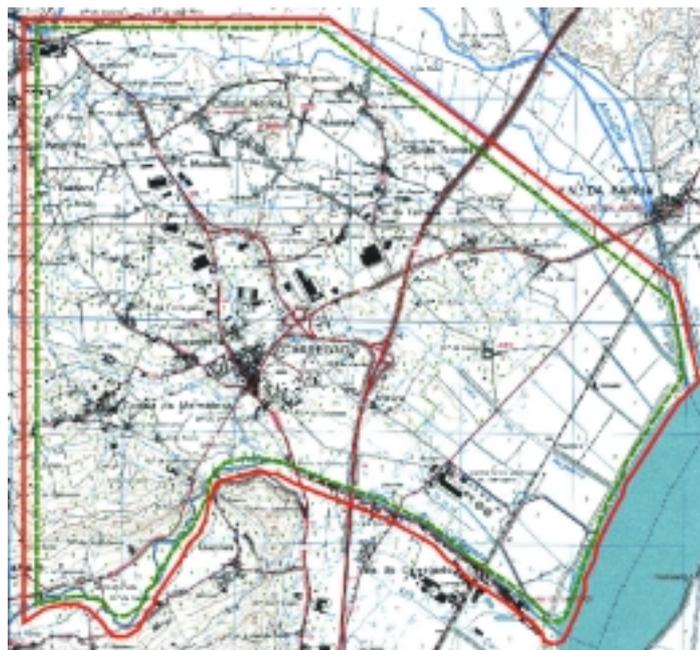


Figura 1 Área de estudo e área de mapa da zona do Carregado (extracto das cartas militares n.º 376 e 390).

Dada a escala do mapa de ruído pretendido, todas as habitações e indústrias foram aglomeradas de forma o mais semelhante possível com os aglomerados urbanos e zonas industriais constantes do PDM em vigor (Figura 2).

1.2.2.2. Dados de entrada

A caracterização física das fontes rodoviárias foi feita através da análise da cartografia cedida pela C.M.A. No caso da **fonte ferroviária**, foram pedidos todos os dados físicos da linha à REFER. Para as **fontes fixas**, através de uma listagem cedida pela C.M.A. e trabalho de campo, foi possível identificar quais as actividades com emissões sonoras para o exterior, fachadas com emissão e horários de funcionamento. Relativamente à altura dos edifícios, mais propriamente a altura média de cada aglomerado, esta foi obtida através de trabalho de campo com contagens do número de pisos de cada edifício.

Para a **caracterização das emissões sonoras das rodovias** foram solicitados dados de tráfego às entidades competentes. Pelo facto de existirem contagens apenas numa secção da EN1 e da EN3 dentro da área do mapa, foi necessário efectuar contagens adicionais de volume de tráfego por meio da instalação de um contador automático (Figura 3). As contagens foram realizadas por períodos de 24h por ponto e, em alguns casos, 48h. Relativamente à A1, a BRISA forneceu dados nos troços norte e sul ao nó do Carregado, bem como nas portagens da mesma saída. Os dados de tráfego utilizados para a modelação constam dos Quadros I.1 e I.2 do Anexo I.

Os dados para caracterização de emissão necessários para a fonte **ferroviária** foram obtidos através da CP, à excepção do tipo e número de carruagens e níveis de potência sonora. Por esta razão foi necessário equiparar em termos de emissão sonora o material circulante em Portugal com o constante da base de dados do modelo (material francês).

Para as indústrias, o modelo requer, como dados de entrada, a indicação dos níveis de potência sonora (por bandas de 1/1 oitava) associados a cada instalação. Ora, na inexistência desta informação, houve que efectuar medições acústicas "in situ", para posterior cálculo dos dados pretendidos (Figura I e Quadro I.3 do Anexo I).

Para o efeito, a Directiva de Ruído Ambiente recomenda a adopção da Norma Internacional ISO 8297:1994. *Acoustics – Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environ-*

ment – Engineering method. Esta Norma especifica um método de medição de níveis de pressão sonora e de cálculo dos níveis de potência sonora para instalações industriais de grande dimensão e compostas por múltiplas fontes. O método tem contudo certas limitações, basicamente relacionadas com a área da instalação (apenas recomendável para áreas com comprimento máximo de 320 m), com o tipo de instalação (cujas fontes maioritárias se localizem no exterior) e com o nível de ruído residual da zona circundante, que deve ser inferior em, pelo menos, 6 dB e preferencialmente 10 dB ou mais, ao nível medido devido ao ruído da indústria.

Assim, as dificuldades práticas de seguir rigorosamente o procedimento descrito na Norma, levaram a que o processo de recolha fosse simplificado:

- o primeiro passo foi identificar as indústrias que efectivamente produziam ruído significativo para o exterior;
- o segundo passo foi efectuar medições acústicas no perímetro envolvente mais próximo possível dessas unidades, que, em média, se situaram em dois a três pontos de amostragem por instalação, com tempos médios de trinta minutos cada.

Com estes dados referentes aos valores medidos, foi efectuado o cálculo do nível de potência sonora associado a cada uma dessas unidades e a posterior modelação da dispersão das emissões sonoras nas áreas envolventes às zonas industriais.

1.2.3. Cálculo do mapa de ruído

Relativamente aos parâmetros do mapa, a grelha de cálculo utilizada foi de 90000 pontos de cálculo pré-definidos (o programa ajustou aquele número para 84780 pontos) para uma área de cerca de 26 km² equivalendo, em média, a uma malha de 18 x 18 metros. Na prática, o programa gera uma malha mais densa onde detecta maior variação nos factores que influenciam a propagação do ruído, alargando-a onde tal não ocorre. A altura de cálculo foi 1,5 m acima do solo e o indicador é o L_{Aeq} por período de referência.

A combinação inicial das variantes de cálculo para a elaboração dos mapas de ruído foi de 100 raios, cada um com o comprimento máximo de 2000 m, permitindo 2 reflexões e 999 intercepções, tendo em conta as opções assumidas por defeito pelo modelo. No Quadro II.1 do Anexo II estão resumidas as combinações testadas e os indicadores das diferenças dos níveis sonoros face ao mapa inicial.

A análise comparativa realizada indicou que, em termos médios, todas as combinações testadas

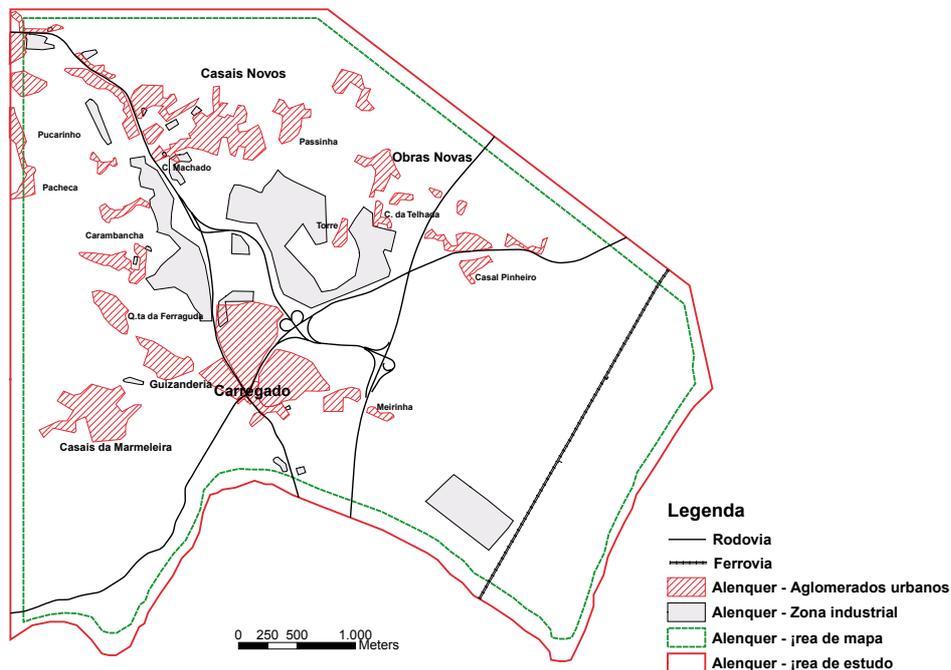


Figura 2 Aglomerados urbanos e áreas industriais, na zona do Carregado.

Ponto de contagem	Rodovia
1	A1 Norte
2	A1 Sul
3	EN1 15-4
4	EN3
5	EN1 Norte
6	Variante EN1
7	Saída EN1
8	Saída EN3
9	EN1 Sul
10	Portagem

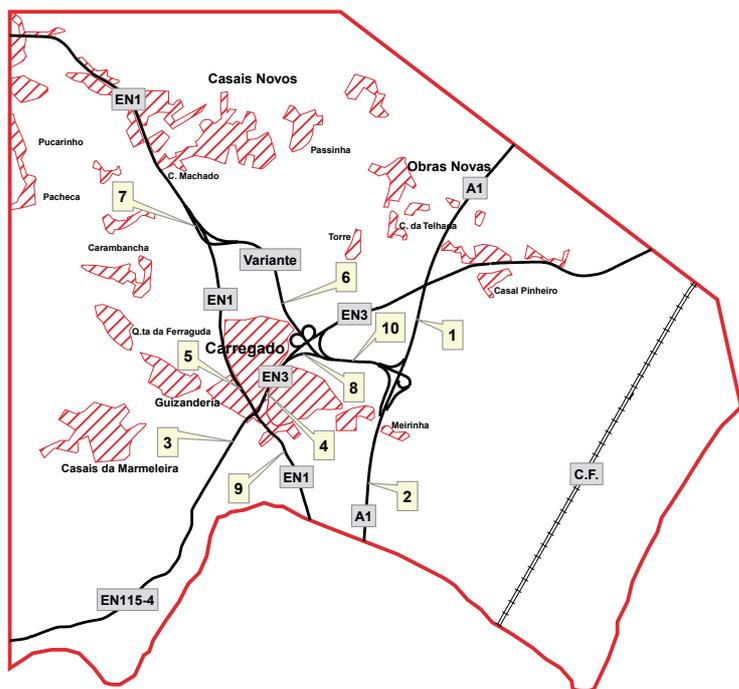


Figura 3 Localização pontos de contagem de tráfego, na zona do Carregado.

poderiam ser aceites. No entanto, pontualmente, detectaram-se erros significativos nalgumas das combinações. Determinou-se, então, tendo em conta um compromisso entre rigor e tempo de cálculo, que a configuração base deveria ser 100 raios, cada um com comprimento de 2000 m, permitindo 2 reflexões e 999 intercepções.

A partir daquela configuração, e tendo em conta os objectivos do projecto-piloto, foram realizados mapas de níveis sonoros da situação existente e futura para os dois períodos de referência.

Para os mapas de ruído da situação futura consideraram-se as previsões cedidas pela BRISA para a A1 e os valores de tráfego constantes no Estudo de Impacte Ambiental da A10 (corredor Sul). Para as restantes rodovias, o Instituto de Estradas de Portugal (IEP) não dispunha de previsões pelo que se optou por adoptar, nos cenários futuros, os valores de tráfego actuais para as EN1, EN3 e EN115-4.

1.2.4. Validação dos mapas de ruído

A validação do mapa de ruído foi feita em diferentes pontos, através de medições de níveis sonoros por períodos de 24h. Apenas nos pontos C3 e C4, por dificuldades de ordem prática, não foram realizadas medições no período nocturno. Simultaneamente, no ponto C4 foi colocado o contador de tráfego para melhor associar as medições acústicas aos dados de tráfego inseridos no modelo.

Na Figura 4 localizam-se os pontos de medição; no Anexo III apresentam-se fotografias desses locais.

A validação, no caso das fontes industriais, foi efectuada por um processo distinto do utilizado para as fontes lineares, uma vez que as previsões de ruído obtidas nas áreas envolventes às indústrias partiram de medições realizadas nesses mesmos locais.

Assim, os valores medidos foram de imediato confrontados com os valores previstos pelo modelo, tendo-se aceitado desvios entre estes valores não superiores a 2 dB. Desvios superiores implicariam novas medições e novas simulações.

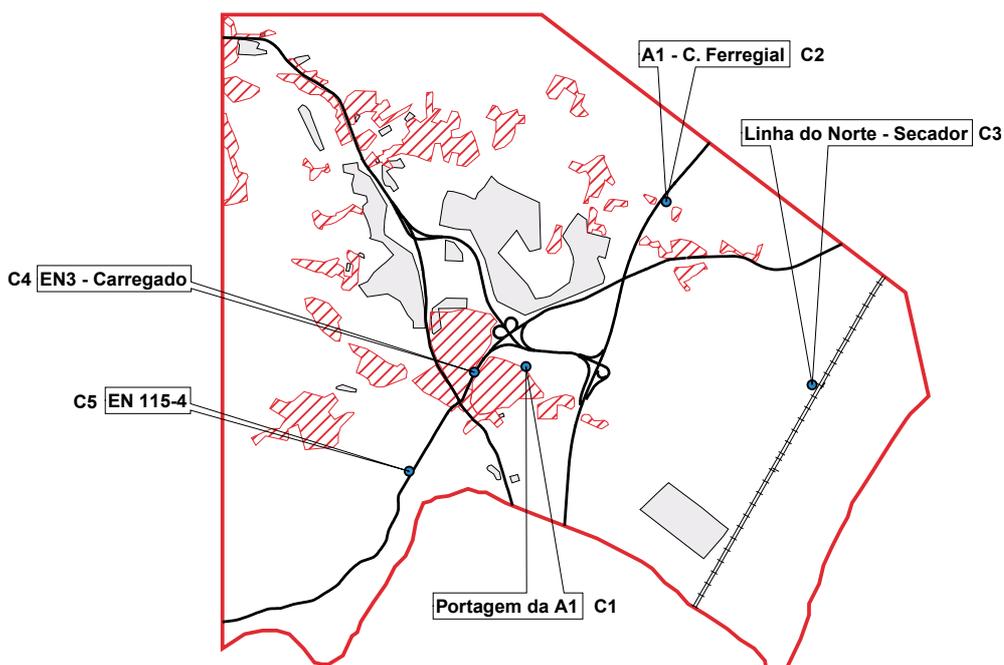


Figura 4 Localização de pontos para validação dos mapas de ruído (zona do Carregado).

1.3. Escala Urbana

As fontes sonoras consideradas à escala urbana – caso de estudo de Linda-a-Pastora / Queijas, no concelho de Oeiras (Figura 5) – foram unicamente as rodovias existentes, já que não existe outro tipo de fonte sonora.

1.3.1. Área do mapa vs Área de estudo

Através de um reconhecimento de campo da área do mapa, foi possível identificar que na zona Este da área, devido ao relevo e às próprias características de uma determinada fonte (A5), era audível ruído proveniente de um troço da A5 que não está incluído na área do mapa. Em conformidade, foi incluída uma área adicional da A5 a partir dessa zona (Figura 6).

1.3.2. Aquisição de dados

1.3.2.1. Cartografia de base

Toda a informação cartográfica necessária foi disponibilizada pela Câmara Municipal de Oeiras (C.M.O.), à escala 1:2000. Esta informação encontrava-se no formato .dgn multiconvertido, sendo novamente

necessária a sua descodificação e conversão para o formato .dxf através do programa ArcGis.

Dada a escala de trabalho e o maior rigor que lhe está inerente, é pertinente utilizar curvas de nível com reduzida equidistância; neste caso concreto, intervalos de 1m. Para além de toda a informação cartográfica utilizada na escala municipal, à escala urbana foi ainda necessário considerar todo o tipo de barreiras como forma de melhor caracterizar os factores que influenciam a propagação do ruído. É de salientar que tendo em conta a escala urbana, é necessário que todos os edifícios sejam introduzidos individualizados, isto é, sem recorrer a aglomerações.

1.3.2.2. Dados de entrada

A caracterização física das rodovias foi efectuada com base na planimetria fornecida pela C.M.O. A altura de todos os edifícios foi obtida através da página de internet da C.M.O., e introduzida edifício a edifício.

Para a caracterização das emissões sonoras não existiam quaisquer registos de contagens de tráfego, à excepção da A5 (dados fornecidos pela BRISA), pelo que foi necessário instalar contadores automáticos de tráfego. Por forma a otimizar a recolha destes dados, e apesar de se considerarem todas as rodovias como fontes de ruído, foram instalados

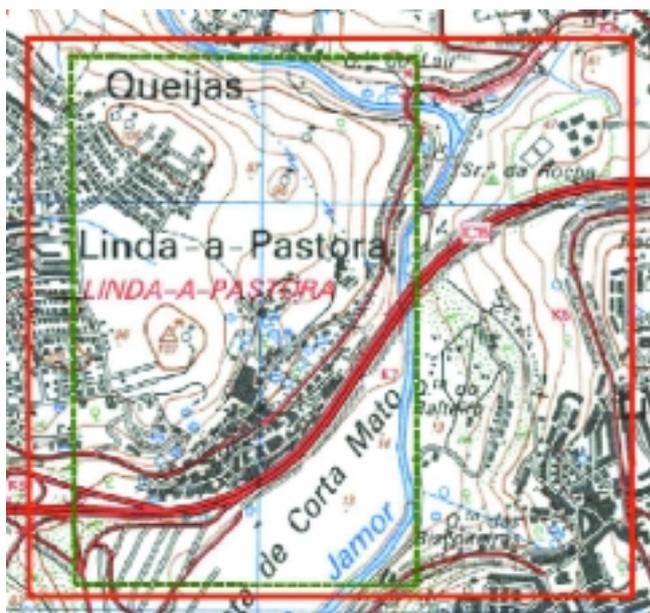


Figura 5 Área de estudo de Linda-a-Pastora / Queijas (extracto da carta militar n.º 430).

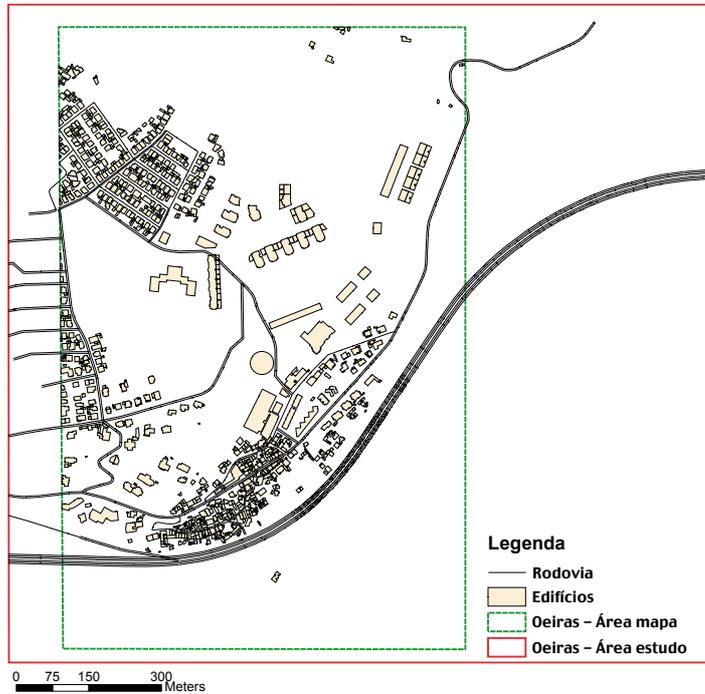


Figura 6 Área de estudo e área do mapa Linda-a-Pastora / Queijas

Ponto de contagem	Rodovia
1	A1 Norte
2	A1 Sul
3	EN1 15-4
4	EN3
5	EN1 Norte
6	Variante EN1
7	Saída EN1
8	Saída EN3
9	EN1 Sul
10	Portagem

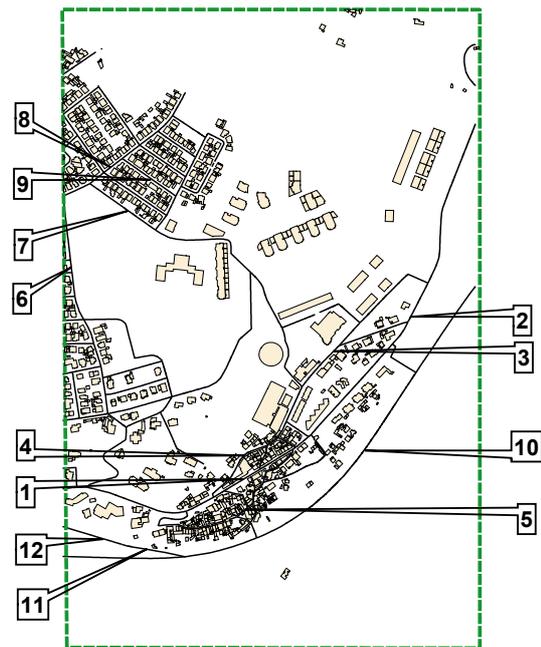


Figura 7 Localização pontos de contagem de tráfego, na zona de Linda-a-Pastora/Queijas.

contadores nas vias principais e vias onde através das contagens e da observação dos sentidos de circulação fosse possível a caracterização de outras. A Figura 7 apresenta a localização dos pontos de contagem de tráfego. Os dados de tráfego utilizados para a modelação constam dos Quadros I.4 e I.5 do Anexo I.

1.3.3. Cálculo do mapa de ruído

Relativamente à realização de um mapa de ruído à escala urbana, o detalhe de execução é maior relativamente à escala municipal e, como tal, foi considerada uma grelha com 15000 pontos de cálculo (o programa ajustou para 15873 pontos) equivalendo, em média, a uma malha de cerca de 8 x 8 metros. A altura do cálculo e os indicadores de ruído ambiente exterior são os mesmos da escala municipal.

De modo semelhante ao efectuado para a escala municipal, foram realizados vários testes comparativos de mapas assumindo uma combinação inicial das variantes de cálculo que o modelo permite (combinação inicial: 100 raios de 2000 m comprimento, permitindo 999 intercepções e 3 reflexões).

Desta forma foi determinada a configuração base de cálculo (150 raios com comprimento de 2000m, 999 intercepções e 3 reflexões) e a partir dela elaborados os diferentes mapas finais. No Quadro II.2 do Anexo II estão resumidas as combinações testadas e os indicadores das diferenças dos níveis sonoros face ao mapa inicial.

Tendo em conta a utilidade de um mapa à escala urbana na elaboração de planos de redução de ruído, foram elaborados mapas de níveis sonoros da situação existente, mapas de conflito (utilizando a proposta da C.M.O. de classificação de "zonas sensíveis" e "zonas mistas"), nos dois períodos de referência.

1.3.4. Validação dos mapas de ruído

A validação do mapa de ruído foi feita em diferentes pontos através de medições de níveis sonoros por períodos de 24h (Figura 8). No Anexo III apresentam-se fotografias dos vários locais. Por questões de segurança do equipamento não foi efectuada medição acústica no período nocturno no ponto Q4 (campo de golfe do Estádio Nacional).

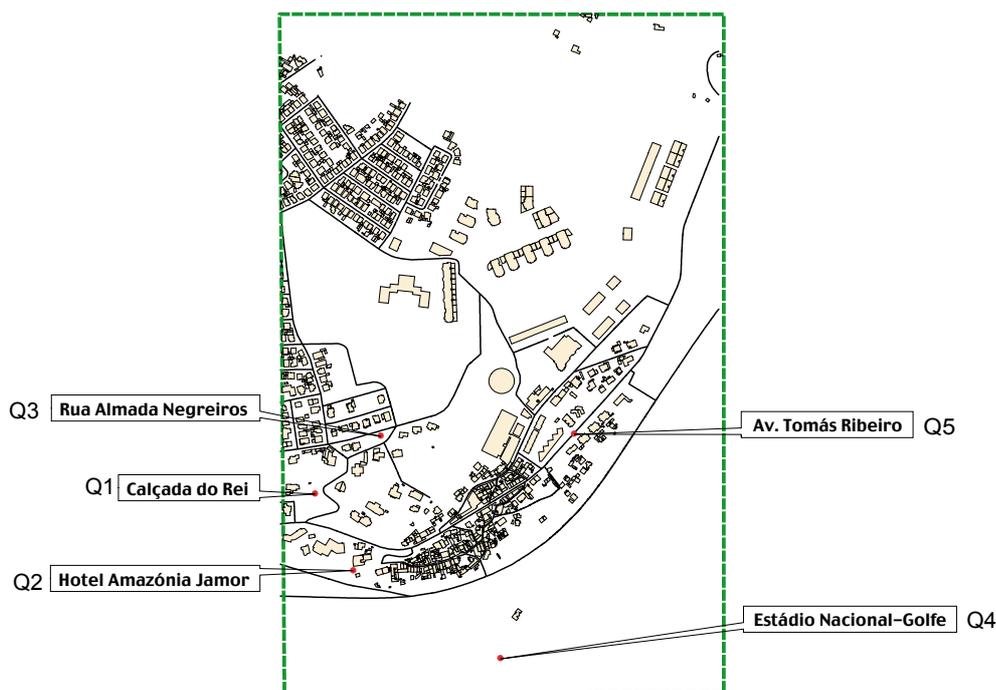


Figura 8 Localização de pontos para validação dos mapas de ruído (Linda-a-Pastora/Queijas)



2 Apresentação e análise dos resultados

2.1 Apresentação dos mapas de ruído

Ainda que o desenvolvimento dos mapas de ruído tenha sido efectuado com base em informação à escala 1:10000 para o Carregado (concelho de Alenquer) e 1:2000 para Linda-a-Pastora/Queijas (Oeiras), os mapas apresentados no presente relatório estão, respectivamente, às escalas 1:25000 e 1:5000, para facilitar a sua divulgação em formato papel (tamanho A3).

No Anexo IV apresentam-se os mapas de ruído elaborados no âmbito deste projecto-piloto:

- mapas de níveis sonoros da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno - CARREGADO (concelho de Alenquer);
- mapas de níveis sonoros da situação futura (ano 2010), para os períodos diurno e nocturno - CARREGADO (concelho de Alenquer);
- mapas de níveis sonoros da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno e respectivo quadro de população exposta - LINDA-A-PASTORA/QUEIJAS (concelho de Oeiras);

- mapas de conflito (com classificação de zonas) da situação existente (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno - LINDA-A-PASTORA/QUEIJAS (concelho de Oeiras).

Para a área de estudo de Linda-a-Pastora/Queijas foi ainda estimado, para diferentes níveis de ruído, o número de residentes expostos, (Quadro 1) tendo sido utilizados dados de população residente disponíveis para escalas urbanas e os resultados das simulações de ruído efectuadas.

Para o efeito, distribuíram-se os valores da população, disponíveis para cada sub-secção, pelas fachadas dos edifícios que existem nessa sub-secção. Uma vez efectuado este cálculo, e na sequência de uma operação de intersecção espacial entre as fachadas (linhas) com a respectiva população e as classes de ruído (áreas), foi possível determinar o nível de ruído associado às fachadas, e contabilizar a população afectada em cada classe de ruído.

Quadro 1 Número estimado de residentes expostos a ruído ambiente, por classe de níveis sonoros e por período de referência

Classe de nível sonoro	Nº residentes	
	Período diurno	Período nocturno
$L_{Aeq,LT} \leq 40$	294	505
$40 < L_{Aeq,LT} \leq 45$	236	314
$45 < L_{Aeq,LT} \leq 50$	297	187
$50 < L_{Aeq,LT} \leq 55$	179	188
$55 < L_{Aeq,LT} \leq 60$	191	194
$60 < L_{Aeq,LT} \leq 65$	215	135
$65 < L_{Aeq,LT} \leq 70$	138	92
$70 < L_{Aeq,LT} \leq 75$	78	30
$L_{Aeq,LT} > 75$	20	2

2.2 Resultados da validação dos mapas de ruído

O Quadro 2 resume os resultados obtidos no processo de validação relativo às fontes rodoviárias e à linha ferroviária, no caso de estudo do Carregado (medições realizadas entre Maio e Junho de 2003).

A análise do Quadro 2 revela, na maioria dos casos, valores simulados superiores aos valores medidos. Tendo em conta que as principais fontes de ruído simuladas são rodovias, pode colocar-se a hipótese dos factores de emissão sonora dos veículos considerados no modelo estarem sobrestimados.

A média dos módulos dos desvios é de 1.5, sendo o maior dos desvios de +2.9. Embora do ponto de vista acústico, este desvio máximo represente um erro significativo, este desvio pode ser explicado face à escala de trabalho e consequentes simplificações efectuadas.

O Quadro 3 resume os resultados obtidos no processo de validação no caso de estudo de Linda-a-Pastora / Queijas (medições efectuadas entre Abril e Maio de 2003).

Da análise do Quadro 3 verifica-se que, regra geral, os valores simulados são superiores aos valores medidos. Tendo em conta que a única fonte sonora cartografada é do tipo rodovia, pode colocar-se a hipótese dos factores de emissão sonora dos veículos considerados no modelo estarem sobrestimados, ou, sabendo que o tráfego da A5 é a principal fonte, ter-se verificado, durante os dias das medições acústicas, fluxos de tráfego ligeiramente inferiores ao valor cedido pela BRISA (tráfego médio diário anual, TMDA, que foi convertido em tráfego médio horário, TMH).

A média dos módulos dos desvios é de 1.0, sendo o maior dos desvios de +2.2. Ainda que pontualmente, este seja um valor ligeiramente superior ao desvio máximo considerado aceitável (± 2.0 dB(A)), aceita-se a simulação.

Quadro 2 Análise comparativa dos valores simulados e medidos, para fontes lineares (Carregado).

Ponto	Valor simulado (situação actual)		Valor medido (média das medições)		Diferença (simulado-medido)	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
C1. Portagem da A1	55.4	50.2	53.7	51.7	+1.7	-1.5
C2. A1- C. Ferregial	73.2	67.9	72.1	67.	+1.1	+04
C3. Linha do Norte-Secador	62.9	61.8	64.1	--	-1.2	--
C4. EN3-Carregado	74.5	68.3	74.3	71.1	+02	-2.8
C5. EN115-4	60.8	54.6	57.9	--	+2.9	--

Quadro 3 Análise comparativa dos valores simulados e medidos (Linda-a-Pastora/Queijas)

Ponto	Valor simulado (situação actual)		Valor medido (média das medições)		Diferença (simulado-medido)	
	Dia	Noite	Dia	Noite	Dia	Noite
Q1. Cç. do Rei	61.1	57.3	61.4	55.8	-0.3	+1.5
Q2. Hotel Amazónia Jamor	72.8	69.1	71.5	66.9	+1.3	+2.2
Q3. R. Almada Negreiros	55.2	50.0	55.3	49.4	-0.1	+0.6
Q4. Estádio Nacional-Golfe	61.9	58.4	60.1	--	+1.8	--
Q5. Av. Tomás Ribeiro	69.1	62.5	69.4	61.8	+0.3	+0.7

2.3 Análise dos mapas de ruído

CARREGADO – ALENQUER

A análise da conformidade com o RLPS realizada a partir dos mapas de ruído apresentados limita-se a um exercício para demonstração das suas potencialidades.

Da análise dos mapas de ruído da situação actual verifica-se, como seria de esperar, um decréscimo dos valores do período diurno para o nocturno. No entanto, estes decréscimos são, em muitas zonas, apenas de uma classe de níveis sonoros (5dB(A)) o que faz prever, quando houver classificação de zonas, que o período nocturno seja o mais problemático em termos de situações não regulamentares.

A principal fonte de ruído em termos de extensão da área sob sua influência sonora é a A1, com uma faixa que varia entre cerca de 60 e 100m para cada lado da via, na zona do Casal Ferragial e Meirinha, respectivamente, onde os valores são superiores a 65dB(A) no período diurno; no período nocturno, a largura da faixa onde os valores são superiores a 55dB(A) é de cerca de 115 a 210m. Independentemente da classificação das zonas em "mistas" e "sensíveis" a efectuar pela C.M.A., a ultrapassagem daqueles limiares significará sempre desconformidade com o RLPS². As povoações afectadas são Casal Ferragial, Casal das Freiras, Casal Pinheiro e Meirinha.

A fonte mais problemática é a EN1, com uma faixa que varia de cerca de 40 a 65m de largura para cada lado da via, onde os níveis sonoros ultrapassam 65dB(A) durante o período diurno; no período nocturno, a ultrapassagem de 55dB(A) verifica-se numa faixa que varia entre 35 a 70m de largura. Esta rodovia afecta uma extensa área urbana que lhe é limítrofe pertencente às povoações de Carregado, Casais Novos, Casal Machado e todas as urbanizações que se desenvolveram ao longo da EN1 a sul de Alenquer. A EN3 que atravessa o Carregado também é responsável pela má qualidade acústica naquela vila, afectando ainda a povoação de Casal Pinheiro e Casal do Ouro nas edificações que lhe são limítrofes.

Estes mapas resultam assim, em primeiro lugar, como ferramentas que permitem identificar situações prioritárias a integrar em planos de redução de ruído. Pelo menos todas as povoações atrás referidas

precisam de ver contempladas, em planos de redução de ruído, medidas relativas à A1, EN1 e EN3, sendo estas as situações prioritárias. A correcção dos níveis sonoros deverá sempre passar, preferencialmente, por medidas "na fonte", complementadas, se necessário, por medidas de limitação da propagação do ruído e, apenas em último caso, intervenção ao nível do receptor (inclusivamente, equacionar a realocação de edificações "sensíveis").

As restantes fontes modeladas – indústrias e ferrovia/Linha do Norte – não se revelam problemáticas. Quanto às áreas industriais, espacialmente estão bem delimitadas, com emissões sonoras para o interior do tecido industrial, na generalidade; acresce que não laboram no período nocturno. A ferrovia desenvolve-se, na área cartografada, longe das áreas urbanas existentes e de expansão.

Numa segunda análise, os mapas de ruído da situação actual desenvolvidos à escala municipal fornecem também informação relativa:

- às zonas a preservar do ponto de vista acústico, caso em que se devem estabelecer condicionamentos no licenciamento de novas actividades económicas/fontes sonoras;
- às zonas com fortes condicionamentos a novas utilizações sensíveis por já apresentarem valores não regulamentares, caso em que se devem indeferir os respectivos pedidos de licenciamento.

De referir ainda que este tipo de mapas não pode, genericamente, ser utilizado para concessão de licenças de novas instalações de uso sensível. No entanto, pontualmente poderão ser deferidos pedidos relativos a locais onde, face à escala e ao conhecimento do local, não haja dúvidas que os níveis sonoros existentes são determinados exclusivamente pelas fontes simuladas e inferiores aos valores regulamentares.

Assim, a utilização deste tipo de mapas de ruído (da situação actual) para suportar decisões de zonamento deve restringir-se às áreas onde não se preveja alteração significativa do ambiente sonoro existente.

² Nesta área de estudo concreta, por não haver ainda classificação de zonas, assume-se como valores não regulamentares apenas os superiores a 65 e 55 dB(A) nos períodos diurno e nocturno, respectivamente.

Os mapas de ruído da situação futura à escala municipal fornecem, como principal leitura, informação de apoio a decisões estratégicas relativas ao zonamento, concretamente, à criação de zonas urbanizáveis com níveis sonoros compatíveis e/ou, quando se prevêem valores não regulamentares, à restrição da expansão urbana ou mesmo à alteração de usos do solo inicialmente previstos em PDM.

Concretamente, verifica-se que a A10 passará a ser a principal fonte em termos de extensão da área sob sua influência sonora; a faixa ruidosa ($L_{Aeq,LT \text{ dia}} > 65\text{dB(A)}$) ascende aos 150m para cada lado da via na zona do Carregado, e até aos 300m para $L_{Aeq,LT \text{ noite}} > 55\text{dB(A)}$, faixa em que deverão ser estabelecidas desde já restrições a novas instalações de uso sensível. Assim, e tendo ainda em conta o projecto do futuro aeroporto de Lisboa, conclui-se que têm, à partida, condições de se expandir as povoações de Casais da Marmeleira, parte Oeste de Guizanderia, Quinta da Ferraguda, Carambança, Pucarinho, Pacheca e Paredes/Quinta dos Barros. Por outro lado, devem ser estabelecidas restrições de expansão urbana no Carregado, Casais Novos, Passinha, e nas áreas limítrofes às EN e auto-estradas cartografadas onde os valores-limite serão previsivelmente excedidos.

Estes mapas também podem revelar-se úteis por possibilitarem a antevista da necessidade de equacionar medidas de redução de ruído no futuro, como é o exemplo da povoação de Meirinha e da área sul do Carregado que, por força de entrada em exploração da A10, terão de ser alvo de protecção acústica.

LINDA-A-PASTORA / QUEIJAS

Os mapas de conflito baseiam-se, como já referido, numa proposta de classificação da C.M.O., não constituindo portanto mapas definitivos nem oficiais. Em consequência, a análise da conformidade com o RLPS limita-se a um exercício para demonstração das potencialidades dos mapas apresentados.

A leitura do mapa de conflito (Anexo IV) no período diurno revela que a zona com proposta de classificação "sensível" situada a Este, apresenta quase na totalidade da sua extensão níveis sonoros não regulamentares - essencialmente em resultado do tráfego da A5. A outra zona "sensível" apresenta, na maioria da sua extensão, valores regulamentares durante o período diurno, à excepção da encosta localizada entre a Av. Tomás Ribeiro e Rua Camilo Castelo Branco/Rua Almada Negreiros - ainda exposta ao

ruído proveniente da A5 - e dos edifícios com fachada para a Rua António Feliciano de Castilho e Rua João Iteperano Duarte (na zona de moradias), verificando-se neste último caso, uma desconformidade marginal.

Das áreas incluídas em zonas "sensíveis" que apresentam valores regulamentares no período diurno, conclui-se, por análise do mapa de conflito relativo ao período nocturno, que algumas estão desconformes com o RLPS: fachadas viradas para a Rua Carlos Lobo Oliveira (ainda sob influência do ruído da A5), para a Rua Ant^o Lopes Ribeiro, Rua Júlio Dantas e duas transversais (Ruas Ant^o Sardinha e Wenceslau Moraes). Portanto, a situação acústica durante o período nocturno é mais problemática do que a do período diurno pelo facto da redução do volume de tráfego registada à noite não compensar a redução dos valores-limite para esse período.

A leitura do mapa de conflito no período diurno revela que a zona com proposta de classificação "mista" apresenta valores não regulamentares desde a A5 até à Av. Tomás Ribeiro, salvo alguns arruamentos interiores nessa zona baixa de Linda-a-Pastora e traseiras do Hotel Amazônia Jamor. Nitidamente, esta situação deve-se à influência do tráfego rodoviário na A5. O tráfego na Av. Tomás Ribeiro apenas é responsável por valores desconformes nas fachadas viradas para esta avenida. Para concluir da conformidade da zona "mista" com o RLPS há que analisar ainda o mapa de conflito relativo ao período nocturno. Das áreas atrás referidas com valores não regulamentares, portanto desconformes com o RLPS, acrescem as seguintes - traseiras do Hotel Amazônia Jamor e alto da Rua Diana Spencer na área de actual expansão urbana.

Estes mapas de ruído/conflito mostram claramente que a situação prioritária em termos de correção dos níveis sonoros a equacionar no âmbito de um plano de redução de ruído é relativa ao tráfego na A5 - principal causa de valores não regulamentares superiores aos valores-limite em mais de 5 dB(A). É preferível optar, em primeiro lugar, por medidas "na fonte" (por exemplo, redução de velocidade de circulação, alteração do piso actual para piso absorvente acústico). No entanto, esgotadas as medidas "na fonte", podem equacionar-se medidas de redução por intervenção no caminho de propagação do ruído. Neste contexto, é de referir que a disposição em encosta da área em análise dificulta a eficácia deste tipo de medidas, por exemplo, limita a área de protecção conferida por barreiras acústicas que se possam colocar nas bermas da A5; também se pode testar a eficácia de um desenho urbano que considere a implantação de edifícios de uso não sen-

sível e que funcionem como "barreira acústica" de protecção aos edifícios habitacionais já construídos. A redução de ruído na Av. Tomás Ribeiro e Rua Ant^o Feliciano de Castilho poderia passar também por alteração do piso, já que a redução da velocidade de circulação não deverá ser exequível (ver Quadros I.4 e I.5 do Anexo I).

O pormenor destes mapas de ruído à escala urbana (1:2000) mostra-se suficiente para apoiar decisões sobre licenciamentos, por um lado, de novas edificações de uso sensível prevenindo novas situações de conflito, e, por outro, de actividades económicas com emissões sonoras para o exterior às quais se podem estabelecer condicionamentos de laboração com o intuito de preservar o ambiente acústico. Estes mapas mostram ainda que a preservação do ambiente acústico em zonas "sensíveis" deve passar pela gestão de tráfego rodoviário; o atravessamento dessas zonas por tráfego que não lhes é dirigido pode implicar a ultrapassagem de valores regulamentares (veja-se o exemplo da Rua António Feliciano Castilho).

Como última nota, de referir que no loteamento urbano de Linda-a-Pastora (em fase de construção) se verifica uma situação de conflito em resultado do factor "ruído ambiente" não ter sido considerado numa fase prévia de decisão sobre usos do solo. Neste caso concreto, há que interditar a continuação de construção.



3 Conclusões

Área do mapa

Qualquer processo de elaboração de mapa de ruído deverá ser iniciado com um reconhecimento de campo do ponto de vista de ruído ambiente exterior da área a cartografar. Este procedimento permite aferir quais as fontes sonoras a considerar no mapa e qual a área de estudo a considerar.

Aquisição de dados

A fase de recolha de dados de entrada revelou-se, tendo em conta a realidade nacional, como uma fase crítica e morosa uma vez que, regra geral:

- os dados não estão directamente acessíveis ao público, tendo de ser solicitados às entidades responsáveis;
- as entidades detentoras dos dados não são céleres a disponibilizá-los;
- os dados, quando existentes, não se encontram nas condições e formatos directamente aceites pelo modelo;
- não existem dados de tráfego rodoviário em secções suficientes para a maioria das vias, pelo que é necessário proceder a contagens;
- não existe informação de emissão sonora para o material ferroviário circulante em Portugal, pelo que se poderá recorrer a medições acústicas para esta caracterização, ou equiparar este material com o constante na base de dados do modelo.

Toda a informação, tanto cartográfica como de dados de entrada a inserir no modelo, deverá ser, portanto, previamente tratada para as condições e formatos aceites pelo mesmo.

Para a adaptação à realidade nacional da metodologia constante do Manual Técnico do MITHRA foi solicitada a colaboração do Instituto de Meteorologia, mas não foi possível proceder à adaptação necessária dos dados meteorológicos nacionais, por dificuldades de articulação metodológica.

À escala municipal, todas as habitações e indústrias podem ser aglomeradas da forma o mais semelhante possível aos aglomerados urbanos e zonas industriais constantes do PDM em vigor, no sentido de facilitar o cálculo e porque, tendo em conta a escala do mapa, não se revela de interesse a modelação dos níveis sonoros no interior da malha urbana mas sim, a um nível macro de ordenamento do território, conhecer as zonas de possível expansão urbana e as zonas críticas onde tal não é permitido. Relativamente às

fontes a cartografar, a sua selecção deve ter como ponto de partida as características mínimas constantes do n.º 3.2 do documento "Elaboração de mapas de ruído – Princípios orientadores" sendo contudo necessário que essa selecção seja sempre adaptada à realidade do município e objectivos dos mapas a elaborar. Em consequência, para o caso de estudo de Carregado/Alenquer, as fontes de ruído cartografadas foram as vias estruturantes do concelho (que abrangeram vias com tráfego inferior a 8000 veículos/dia) e as fontes fixas com emissões de exterior significativas.

Quanto à escala urbana e ao maior rigor que lhe está inerente face ao seu objectivo, é necessário utilizar cartografia detalhada que inclua, nomeadamente, curvas de nível com reduzida equidistância (recomendável 1m), todo o tipo de edifícios e outros obstáculos, zonas consideradas homogéneas (por exemplo, parque de estacionamento, plano de água, etc.), como forma de melhor caracterizar os factores que influenciam a propagação do ruído. Face ao pormenor dos mapas foram cartografadas todas as fontes sonoras existentes com emissões para o exterior.

Cálculo do mapa

Um dos primeiros parâmetros do mapa a definir no processo de cálculo é o número de pontos de cálculo relativamente à área do mapa (densidade média de pontos ou malha). Para o cálculo dos mapas no Carregado/Alenquer o programa ajustou o número de pontos de cálculo à área, o que correspondeu a uma malha média de cerca de 18 x 18 metros. No caso de Linda-a-Pastora/Oeiras o número total de pontos de cálculo equivalem a uma malha média de aproximadamente 8 x 8 metros.

Relativamente às variantes de cálculo, é de referir que a definição do número de reflexões deve ter em conta um compromisso entre tempo de cálculo e rigor das simulações. No caso concreto, para a escala municipal foi fixado duas reflexões, e para a escala urbana três reflexões.

Validação

A selecção dos locais para a validação pode seguir os seguintes critérios: influência predominante de um só tipo de fonte (particularmente, a fonte predominante deverá ser monitorizada por forma a verificar a representatividade do TMH), valores simulados que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas),

valores próximos dos valores regulamentares, no limite de aglomerados relativamente à fonte, e simulação aparentemente duvidosa. A simulação pode ser aceite caso a diferença entre os valores simulados e medidos não ultrapasse ± 2 dB(A).

Durante as contagens de tráfego rodoviário é recomendável efectuar-se em simultâneo medições acústicas para efeitos de validação dos resultados do modelo (recomendam-se, pelo menos, 2 dias em contínuo, consecutivos ou não).

Os resultados mostram que a maioria dos valores simulados é superior aos medidos. Tendo em conta que as principais fontes sonoras cartografadas são rodovias, pode colocar-se a hipótese dos factores de emissão sonora dos veículos considerados no modelo estarem sobrestimados. Os resultados mostram ainda que à escala municipal o desvio entre os valores simulados e os medidos é, em média, maior do que à escala urbana, explicável dadas as simplificações que se assumem à escala municipal.

Análise comparativa de escalas de elaboração de mapas de ruído

A partir dos resultados obtidos com o exercício de elaboração de mapas de ruído para a zona do Carregado e para Linda-a-Pastora/Queijas, torna-se possível estabelecer algumas generalizações sobre o tipo de informação contida num mapa desenvolvido à escala municipal, entendido como ferramenta a incluir no PDM, por diferenciação das informações a retirar dos mapas relativos à escala urbana, associados estes aos PU's, PP's ou a outras áreas mais restritas do território concelhio.

Quer uns quer outros podem assim servir o exercício das diversas competências camarárias em matéria de ordenamento do território e licenciamento, tendo cada um deles as suas limitações.

No Quadro 4 sintetizam-se as principais conclusões a retirar, neste âmbito, do trabalho efectuado.

Quadro 4 Análise comparativa de escalas de elaboração de mapas de ruído

		Informação fornecida	Vantagens/Limitações
Escala Municipal	Mapa da situação existente/	<u>Directa</u> - Identificação (quantificada) das principais fontes de ruído. - Identificação de situações prioritárias de redução de ruído. - Visualização da área de influência acústica de determinada fonte sonora existente ou prevista.	Facilita a visão estratégica de gestão territorial, na vertente ruído, não podendo ser usado para fins de licenciamento de edificações. Fornece as grandes linhas de orientação relativas às zonas a preservar e a corrigir, do ponto de vista acústico, para todo o concelho.
	Mapa da situação futura	<u>Indirecta</u> - Apoia a definição de áreas "non aedificandi" e de novas áreas de expansão urbana.	
Escala Urbana	Mapa da situação existente/	<u>Directa</u> - Identificação (quantificada) das fontes de ruído. - Identificação de áreas que devem ser alvo de planos de redução de ruído. - Identificação de áreas interditas à construção de novos edifícios de usos sensíveis.	Dificulta a visão estratégica mais abrangente do território, sendo contudo peça importante para efeitos de licenciamento de utilizações de uso sensível /actividades económicas com emissões sonoras significativas para o exterior. Sustenta com detalhe a definição dos planos de redução de ruído.
	Mapa de conflito	<u>Indirecta</u> Estimativa do número de pessoas expostas a diferentes classes de níveis sonoros.	

Tendo sido o objectivo deste projecto piloto a elaboração de mapas de ruído a escalas distintas que possibilitassem uma melhor articulação com o ordenamento do território, pode concluir-se que ele foi alcançado, tendo resultado como síntese final a esquematização quer de regras práticas de concepção de qualquer mapa de ruído quer das potencialidades que este instrumento detém para proporcionar um desenvolvimento sustentável do território, adequando o tipo de paisagem sonora a cada zona.

Por fim, referem-se as grandes vantagens da utilização de mapas de ruído:

- constituem ferramentas estratégicas de análise e planeamento que permitem visualizar condicionantes dos espaços devido a requisitos de qualidade do ambiente acústico, devendo ser adoptados na preparação dos instrumentos de ordenamento do território e na sua aplicação;
- sustentam a definição de medidas de prevenção e controlo de ruído;
- facilitam a divulgação pública e acesso à informação.



Documentação consultada

Decreto-lei nº292/2000, de 14 de Novembro, com as alterações introduzidas pelo Decreto-lei nº259/2002, de 23 de Novembro, que aprovou o Regime Legal sobre Poluição Sonora.

Norma Portuguesa NP1730:1996 « Acústica – Descrição e medição de ruído ambiente ».

ISO 8297: 1994 « Acoustics — Determination of sound power levels of multisource industrial plants for evaluation of sound pressure levels in the environment — Engineering method »;

"Elaboração de Mapas de Ruído – Princípios orientadores", DGA/DGOTDU, Outubro 2001.

Centre d'Études des Transports Urbains (CETUR), « Guide du Bruit des Transports Terrestres », 1980.

Yannick Gabillet, « La nouvelle méthode de prévision du bruit en application de l'arrêté du 5 mai 1995 », Centre Scientifique et Technique du Bâtiment (CSTB), 1996.

Manual de utilizador do software de previsão de níveis sonoros MITHRA 5.0, 01 dB-Stell, 2001.

Manual técnico do software de previsão de níveis sonoros MITHRA 5.0, 01 dB-Stell, 2001.

PDM de Alenquer, Planta de Ordenamento (Outubro 1994) e Carta da Situação Existente (Julho 1995), escala 1:25000.

PDM de Oeiras, Carta de Ordenamento e Carta de Evolução Urbanística no Contexto do PDM, escala 1:25000, 2001.





Anexo I

Quadro I.1 Dados de tráfego inseridos no modelo (principais vias) – período diurno da situação existente (CARREGADO)

Nº	Designação	TMH (veic/h)	Nº faixas	Vel.média (km/h)	% pesados
63	A1 - Sul	4260 ¹⁾	6	120 ⁴⁾	12 ¹⁾
83	A1 - Norte	3066 ¹⁾	6	120 ⁴⁾	11 ¹⁾
64	Portagem – plena	776 ¹⁾	2	30 ⁴⁾	16 ¹⁾
72	Saída EN3-Portagem ³⁾	209	1	63	21
2	EN3 ³⁾	1248	2	30	11
66	EN3 ²⁾	836	2	48	22
65	Variante à EN1 ³⁾	560	2	68	3273
73	Variante à EN1	776 ¹⁾	2	60 ⁴⁾	16 ¹⁾
61	EN1-Norte ³⁾	1052	2	30	17
89	EN1-Norte ⁵⁾	1328	2	50	27
90	EN1-Norte depois do ramo ⁵⁾	1612	2	50	24
62	EN1-Sul ³⁾	1284	2	32	14
94	EN1-Sul ³⁾	1284	2	42	14
67	Saída Variante à EN1 ⁵⁾	277	1	65	32
68	Saída EN1-Variante à EN1 ³⁾	283	1	65	29
1	EN 115-4 ³⁾	298	2	44	26
93	EN 115-4 ³⁾	298	2	59	26

TMH – tráfego médio horário

1) Dados cedidos pela BRISA.

2) Dados cedidos pelo IEP.

3) Dados obtidos com contador automático de tráfego.

4) Velocidade estimada.

5) Dados (volume, velocidade e % pesados) estimados através de relações comparativas de tráfego.

Quadro I.2 Dados de tráfego inseridos no modelo (principais vias) – período nocturno da situação existente (CARREGADO)

Nº	Designação	TMH (veic/h)	Nº faixas	Vel.média (km/h)	% pesados
63	A1 - Sul	1248 ¹⁾	6	120 ⁴⁾	12 ¹⁾
83	A1 - Norte	900 ¹⁾	6	120 ⁴⁾	11 ¹⁾
64	Portagem – plena	228 ¹⁾	2	30 ⁴⁾	16 ¹⁾
72	Saída EN3-Portagem ³⁾	41	1	62	27
2	EN3 ³⁾	312	2	38	11
66	EN3 ²⁾	248	2	58	22
65	Variante à EN1 ³⁾	108	2	74	38 ¹⁾
73	Variante à EN1	228 ¹⁾	2	60 ⁴⁾	16
61	EN1-Norte ³⁾	208	2	45	16
89	EN1-Norte ⁵⁾	256	2	65	22
90	EN1-Norte depois do ramo ⁵⁾	316	2	65	24
62	EN1-Sul ³⁾	310	2	44	15
94	EN1-Sul ³⁾	310	2	54	15
67	Saída Variante à EN1 ⁵⁾	49	1	64	30
68	Saída EN1-Variante à EN1 ³⁾	59	1	64	41
1	EN 115-4 ³⁾	64	2	56	22
93	EN 115-4 ³⁾	64	2	66	22

TMH – tráfego médio horário

1) Dados cedidos pela BRISA.

2) Dados cedidos pelo IEP.

3) Dados obtidos com contador automático de tráfego.

4) Velocidade estimada.

5) Dados (volume, velocidade e % pesados) estimados através de relações comparativas de tráfego.

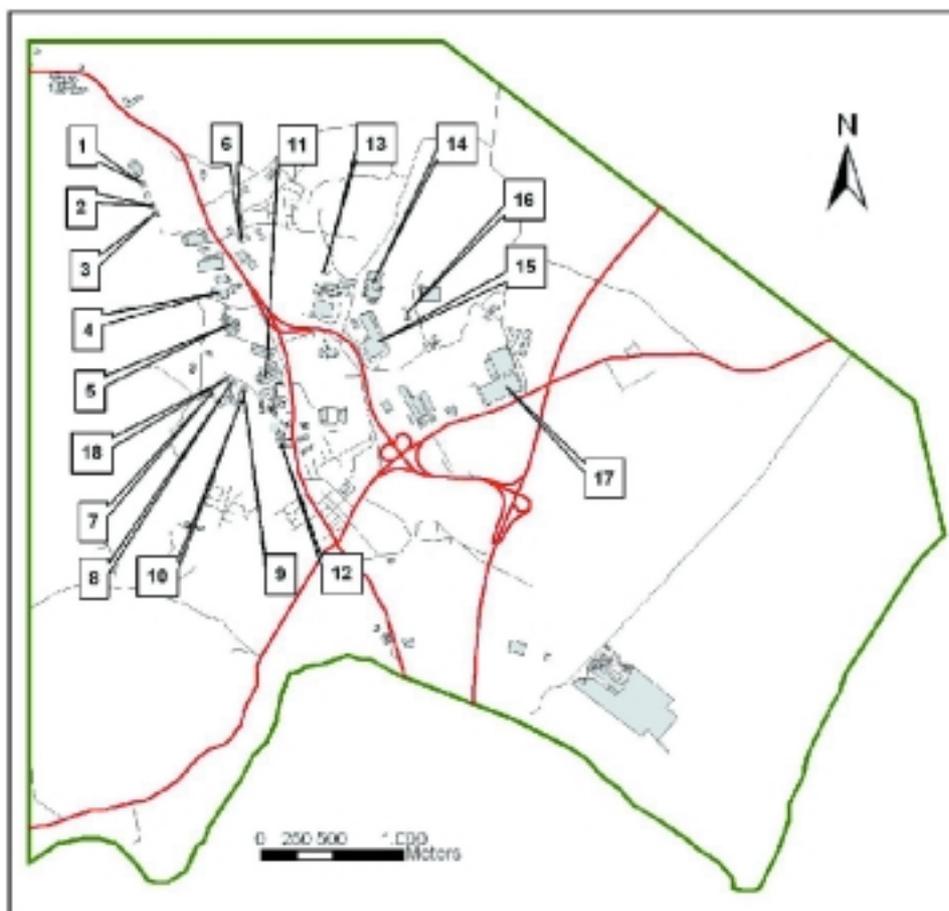


Figura I Localização das indústrias caracterizadas com medições acústicas (Carregado).

Quadro I.3 Níveis de potência sonora calculados para as indústrias da Figura I – (CARREGADO)

Indústria	Fonte fachada	Lw/m ²
1	1.1	85,3
	1.2	76,5
	1.3	80,8
	1.4	75,7
2	2.1	79,4
	2.2	73,8
3	3.1	68,9
4	4.1	59,6
5	5.1	82,6
	5.2	65,4
6	6.1	78,3
	6.2	60,9
7	7.1	77,0
	7.2	80,7
8	8.1	82,4
9	9.1	69,6
10	10.1	73,8
11	11.1	69,7
	11.2	73,8
	11.3	67,4
	11.4	72,8
12	12.1	76,8
	12.2	76,8
	12.3	76,8
	12.4	76,8
13	13.1	75,4
	13.2	60,9
	13.3	78,3
	13.4	62,1
14	14.1	70,1
15	15.1	75,1
	15.2	89,9
16	16.1	76,2
	16.2	76,2
	16.3	76,2
	16.4	76,2
17	17.1	81,5
18	18.1	62,5

Quadro I.4 Dados de tráfego inseridos no modelo – período diurno (LINDA-A-PASTORA / QUEIJAS)

Nº	Designação	TMH (veic/h)	Nº faixas	Vel.média (km/h)	% pesados
1	A5	10890 ¹⁾	6	90 ⁴⁾	4 ¹⁾
42	Saída A5 ³⁾	480	2	80 ⁴⁾	6
197	Saída A5 ³⁾	328	1	80 ⁴⁾	6
13	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	524	2	35	10
15	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	524	2	50	10
25	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	568	2	34	8
44	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	568	2	40	8
60	R. António Feliciano Castilho ²⁾	114	2	31	5
24	R. António Lopes Ribeiro ²⁾	60	2	30	5
89	R. João Iteperano Duarte cont.	80	2	30	5
88	R. João Iteperano Duarte ²⁾	46	2	33	1
109	R. João Iteperano Duarte	30	2	33	1
111	R. João Iteperano Duarte	14	2	33	1
112	R. João Iteperano Duarte	4	2	33	1
16	R. Visconde Moreira Rey ²⁾	46	1	30	8
135	R. Visconde Moreira Rey ²⁾	50	1	30	3
30	R. Manuel P. Azevedo	41	1	30	0
33	OR. Manuel P. Azevedo	40	2	30	0
31	R. Lavra ²⁾	41	1	30	0
54	R. Almada Negreiros	30	2	30	10
57	R. Camilo Castelo Branco	114	2	31	5
66	Limite	6	2	30	1
95	Limite	80	2	40	3
84	R. José Saraiva	11	1	30	1
97	R. Nicolau Tolentino	11	1	30	1
83	R. Júlio Dantas ²⁾	24	2	33	2
99	R. Júlio Dantas	15	1	33	1
101	R. Júlio Dantas	8	1	30	1
102	R. Júlio Dantas	4	1	30	1
103	R. Wenceslau Morais	7	1	30	1
104	R. Carlos Seixas	5	1	30	1
106	R. Gaspar Correia	3	1	30	0
110	R. António Sardinha	9	1	30	1
115	R. Correia Garção	11	1	30	1
186	R. Correia Garção	4	1	30	1
116	R. Augusto Machado	7	1	30	1
117	R. João de Lemos	5	1	30	1
123	R. Camilo Pessanha	5	1	30	1
131	Travessa Godinho	150	2	30	5

TMH – tráfego médio horário

1) Dados cedidos pela BRISA.

2) Dados obtidos com contador automático de tráfego.

3) Dados obtidos por contagem manual de tráfego.

4) Velocidade estimada.

Nota: Os restantes dados de tráfego (volume, velocidade e % pesados) foram estimados através de relações comparativas de tráfego.

Quadro I.5 Dados de tráfego inseridos no modelo – período nocturno (LINDA-A-PASTORA / QUEIJAS)

Nº	Designação	TMH (veic/h)	Nº faixas	Vel.média (km/h)	% pesados
1	A5	2952 ¹⁾	6	120 ⁴⁾	4 ¹⁾
42	Saída A5 ³⁾	130	2	80 ⁴⁾	3
197	Saída A5 ³⁾	89	1	80 ⁴⁾	3
13	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	46	2	50	12
25	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	68	2	44	9
44	Av. Tomás Ribeiro ²⁾	68	2	50	9
60	R. António Feliciano Castilho ²⁾	26	2	32	2
24	R. António Lopes Ribeiro ²⁾	10	2	30	5
89	R. João Iteperano Duarte cont.	30	2	30	5
88	R. João Iteperano Duarte ²⁾	12	2	36	1
108	R. João Iteperano Duarte	8	2	36	1
109	R. João Iteperano Duarte	6	2	36	1
111	R. João Iteperano Duarte	4	2	36	1
112	R. João Iteperano Duarte	2	2	36	1
16	R. Visconde Moreira Rey ²⁾	4	1	30	0
135	R. Visconde Moreira Rey ²⁾	3	1	30	7
30	R. Manuel P. Azevedo	8	1	30	0
33	OR. Manuel P. Azevedo	8	2	30	0
31	R. Lavra ²⁾	8	1	30	0
54	R. Almada Negreiros	12	2	50	5
82	R. Almada Negreiros	10	2	30	5
57	R. Camilo Castelo Branco	26	2	32	2
66	Limite	2	2	30	0
95	Limite	30	2	30	5
84	R. José Saraiva ²⁾	3	1	30	3
97	R. Nicolau Tolentino	3	1	30	3
83	R. Júlio Dantas	12	2	30	1
85	R. Júlio Dantas	8	2	36	1
99	R. Júlio Dantas	6	1	36	1
101	R. Júlio Dantas	4	1	36	1
102	R. Júlio Dantas	2	1	36	1
103	R. Wenceslau Moraes	1	1	30	3
104	R. Carlos Seixas	1	1	30	3
106	R. Gaspar Correia	1	1	30	3
110	R. António Sardinha	3	1	30	3
115	R. Correia Garção	3	1	30	3
186	R. Correia Garção	1	1	30	0
116	R. Augusto Machado	1	1	30	0
117	R. João de Lemos	1	1	30	0
123	R. Camilo Pessanha	1	1	30	0
131	Travessa Godinho	16	2	30	5

TMH – tráfego médio horário

- 1) Dados cedidos pela BRISA.
- 2) Dados obtidos com contador automático de tráfego.
- 3) Dados obtidos por contagem manual de tráfego.
- 4) Velocidade estimada.

Nota: Os restantes dados de tráfego foram estimados através de relações comparativas de tráfego.

Anexo II

Carregado

A combinação inicial das variantes de cálculo para a elaboração dos mapas de ruído foi de 100 raios, cada um com o comprimento máximo de 2000 m, permitindo 2 reflexões e 999 intercepções, tendo em conta as opções assumidas por defeito pelo modelo.

O aumento do número de reflexões (combinação 2) de duas para três, ainda que pontualmente revele níveis sonoros superiores aos do mapa inicial (desvio máximo de 5.4 dB – Quadro II.1), em termos médios não revela diferenças significativas no cálculo (média dos módulos positivos de 0.1 dB – Quadro II.1) e, conceptualmente, para efeitos de mapas estratégicos, é considerado dispensável. Fixou-se, então, o número de reflexões em 2.

Aumentando o número de raios (combinações 3 e 4; a escolha deve ser função da área e da sua heterogeneidade em termos de elementos que influenciam o campo sonoro) verificou-se que o tempo de cálculo aumenta proporcionalmente, isto é, o dobro dos raios duplica o tempo de cálculo. Ainda que as novas combinações permitam uma maior cobertura dos fenómenos acústicos, só muito pontualmente os níveis sonoros assim calculados são superiores (entre 3 a 2 dB) aos do mapa inicial, como é demonstrado pelo baixo valor da média dos módulos positivos (0.1) e mediana (0.0).

Diminuindo o comprimento de raios (combinações 5 e 6; a escolha deve ser função da área e do facto das fontes poderem ser audíveis a essa distância, sendo decisivo a contribuição de baixas frequências) as previsões são sempre subestimadas (diferenças mínimas iguais a zero e diferenças máximas de 5.8 e 3.6 dB), como seria expectável. Ainda que o tempo de cálculo diminua significativamente, e as diferenças em termos médios não sejam significativas, excluíram-se aquelas combinações pelo erro máximo que podem implicar. Quanto ao número de intercepções (combinação 7) verificou-se que diminuindo o seu número não existem diferenças e que o tempo de cálculo se mantém. Isto significa que para a área testada 100 intercepções seriam suficientes. Optou-se, no entanto, por maximizar esta variante nos mapas a elaborar.

Queijas

De modo semelhante ao efectuado para a escala municipal, foram realizados vários testes comparativos de mapas assumindo uma combinação inicial das variantes de cálculo que o modelo permite (combinação inicial: 100 raios de 2000 m comprimento, permitindo 999 intercepções e 3 reflexões). Desta forma foi determinada a configuração base de cálculo (150 raios com comprimento de 2000m, 999 intercepções e 3 reflexões) e a partir dela elaborados os diferentes mapas finais. No Quadro II.2 do Anexo II estão resumidas as combinações testadas e os indicadores das diferenças dos níveis sonoros face ao mapa inicial.

Quadro II.1 Comparação das opções de cálculo e diferenças de níveis sonoros simulados, entre a configuração inicial do mapa e as configurações testadas (CARREGADO)

Nº mapa	Nº raios	Comprimento do raio (m)	Nº intercepções	Nº reflexões	Tempo de cálculo (HH:MM) *	Diferenças dos níveis sonoros
1	100	2000	999	2	00:50	--
2	100	2000	999	3	01:11 (+40%)	Dp = 0.0 Dn = -5.4 Mp = 0.1 Med = 0.0
3	150	2000	999	2	01:12 (+45%)	Dp = 5.0 Dn = -3.1 Mp = 0.1 Med = 0.0
4	200	2000	999	2	01:40 (+100%)	Dp = 4.0 Dn = -2.1 Mp = 0.1 Med = 0.1
5	100	1000	999	2	00:20 (-60%)	Dp = 5.8 Dn = 0.0 Mp = 0.6 Med = 0.3
6	100	1500	999	2	00:35 (-30%)	Dp = 3.6 Dn = 0.0 Mp = 0.3 Med = 0.1
7	100	2000	100	2	00:50 (0%)	Dp = 0.0 Dn = 0.0 Mp = 0.0 Med = 0.0

Dp – maior desvio positivo; Dn – maior desvio negativo; Mp – média do módulo dos desvios; Med - mediana dos módulos

* Entre parêntesis indica-se a variação do tempo de cálculo face à combinação inicial de variantes; nº de pontos de cálculo = 4824.

Quadro II.2 Comparação das opções de cálculo e diferenças de níveis sonoros simulados, entre a configuração inicial do mapa e as configurações testadas (LINDA-A-PASTORA / QUEIJAS)

Nº mapa	Nº raios	Comprimento do raio (m)	Nº intercepções	Nº reflexões	Tempo de cálculo (HH:MM) *	Diferenças dos níveis sonoros
1	100	2000	999	3	04:10	--
2	150	2000	999	3	06:14 (+50%)	Dp = 5.1 Dn = -6.4 Mp = 0.0 Med = 0.1
3	200	2000	999	3	08:26 (+100%)	Dp = 2.3 Dn = -6.3 Mp = 0.2 Med = 0.1
4	100	1000	999	3	03:55 (-6%)	Dp = 7.5 Dn = 0.0 Mp = 0.2 Med = 0.0
5	100	1500	999	3	04:10 (0%)	Dp = 0.9 Dn = 0.9 Mp = 0.0 Med = 0.0
6	100	2000	500	3	04:10 (0%)	Dp = 0.0 Dn = 0.0 Mp = 0.0 Med = 0.0

Anexo III Fotografias dos pontos de validação dos mapas de ruído

CARREGADO/ALENQUER



Portagem A1 Nó Carregado (ponto C1)



A1 Casal Ferregial (ponto C2)



Linha do Norte Secador (ponto C3)



EN3 Carregado (ponto C4)



EN115 4 (ponto C5)

LINDA-A-PASTORA/QUEIJAS



A5 Calçada do Rei (ponto Q1)



A5 Hotel Amazónia Jamor (ponto Q2)



Rua Almada Negreiros (ponto Q3)



Estádio Nacional Golfe (ponto Q4)



Av. Tomás Ribeiro (ponto Q5)



Anexo IV

Índice de mapas:

- mapas de níveis sonoros da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno - CARREGADO (concelho de Alenquer);
- mapas de níveis sonoros da situação futura (ano 2010), para os períodos diurno e nocturno - CARREGADO (concelho de Alenquer);
- mapas de níveis sonoros da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno e respectivo quadro de população exposta - LINDA-A-PASTORA/QUEIJAS (concelho de Oeiras);
- mapas de conflito (com classificação de zonas) da situação actual (ano 2002/03), para os períodos diurno e nocturno - LINDA-A-PASTORA/QUEIJAS (concelho de Oeiras).

Mapa de Ruído

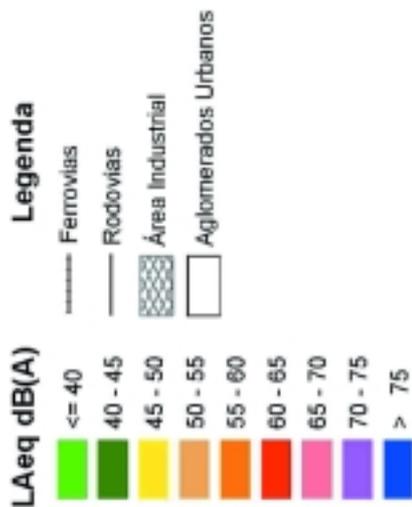
Alenquer - Carregado

Situação Actual - 2002/03

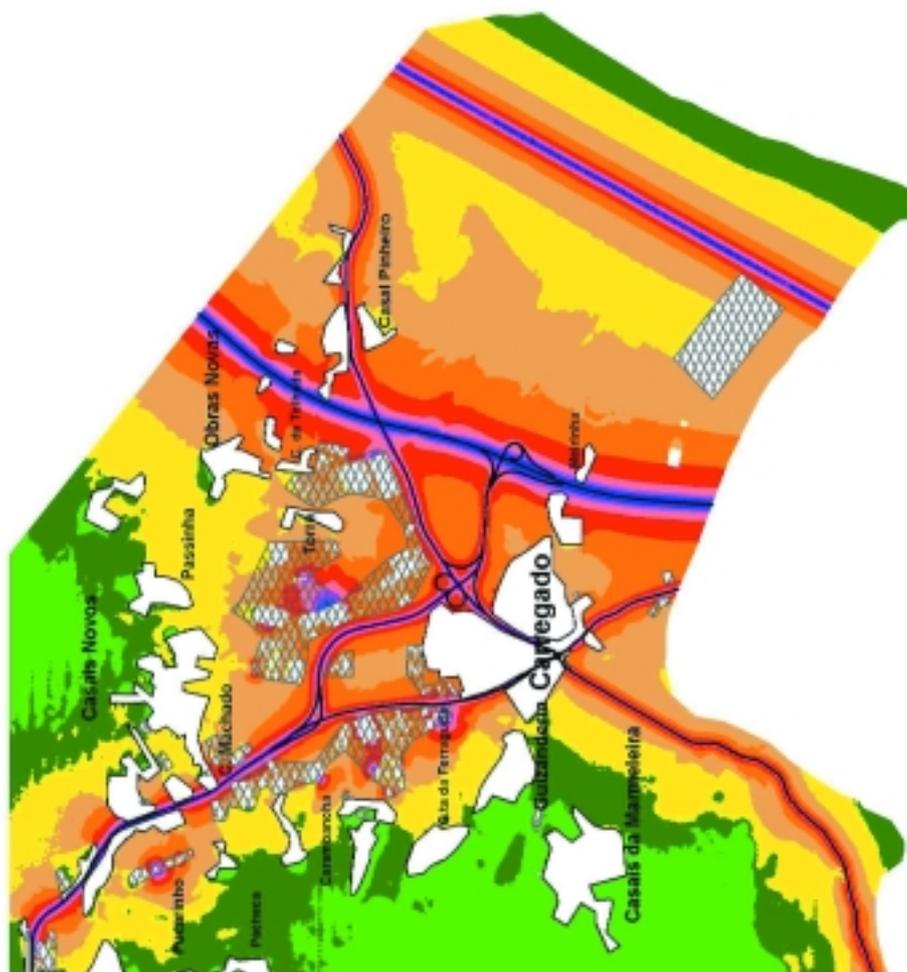
Tráfego Rodoviário
Tráfego Ferroviário
Indústria

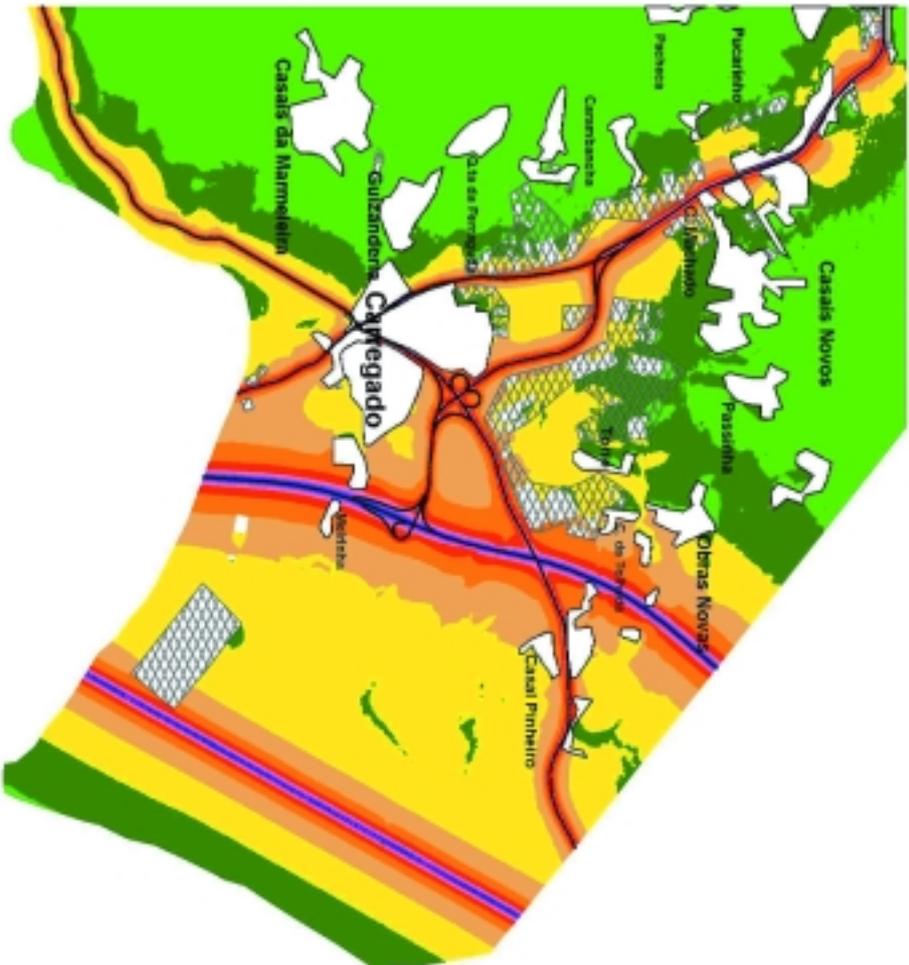
Periodo Diurno

Altura do cálculo = 1,5m
Método de cálculo = NMPB (96)



Julho 2003





Mapa de Ruído

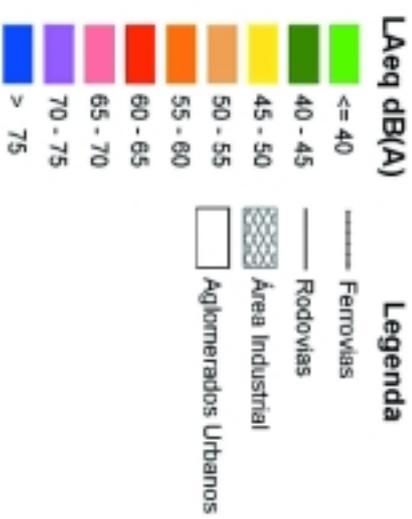
Alenquer - Carregado

Situação Actual - 2002/03

Tráfego Rodoviário
 Tráfego Ferroviário
 Indústria

Período Nocturno

Altura do cálculo = 1,5m
 Método de cálculo = NIMPB (98)



0 500 1.000 Meters Escala 1:25000

Julho 2003

Mapa de Ruído

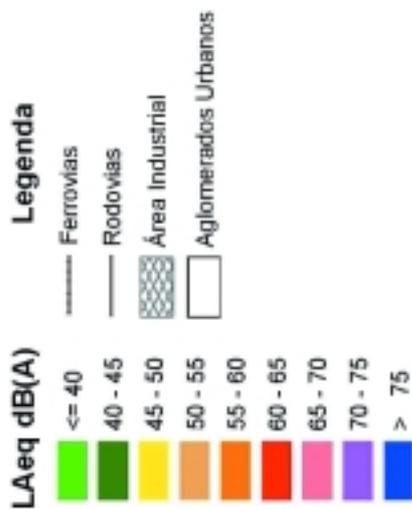
Alenquer - Carregado

Situação Futura - 2010

Tráfego Rodoviário
Tráfego Ferroviário
Indústria

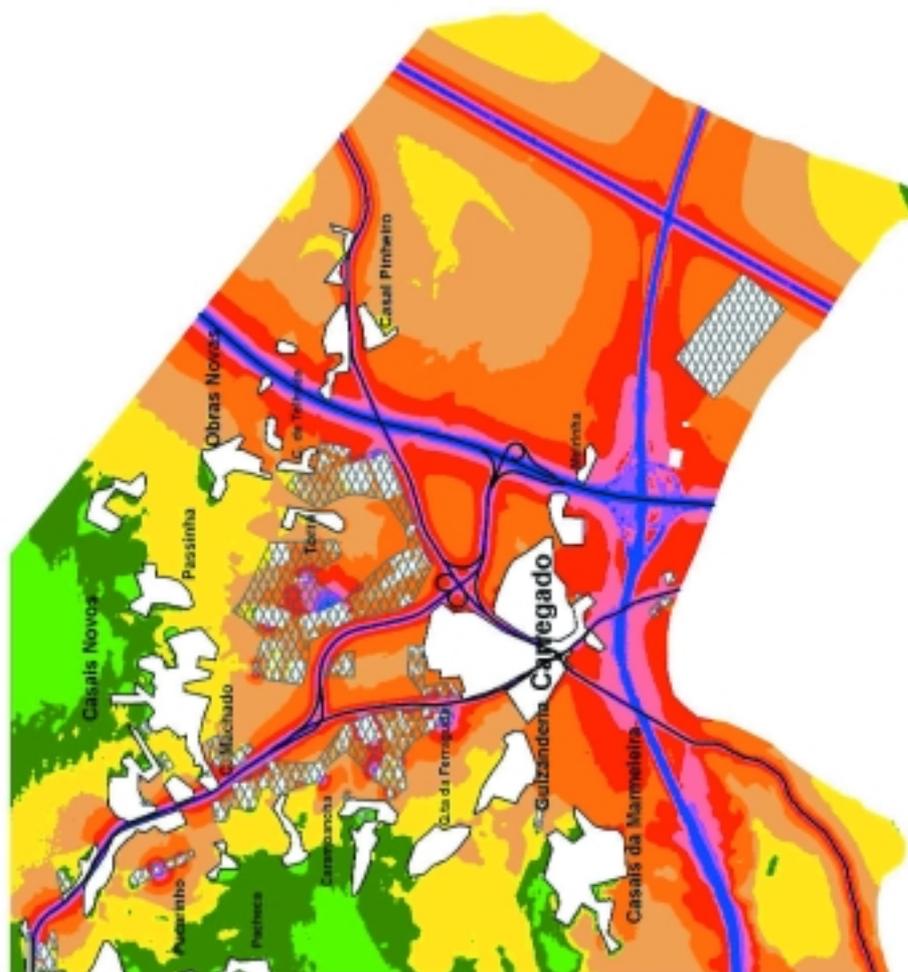
Período Diurno

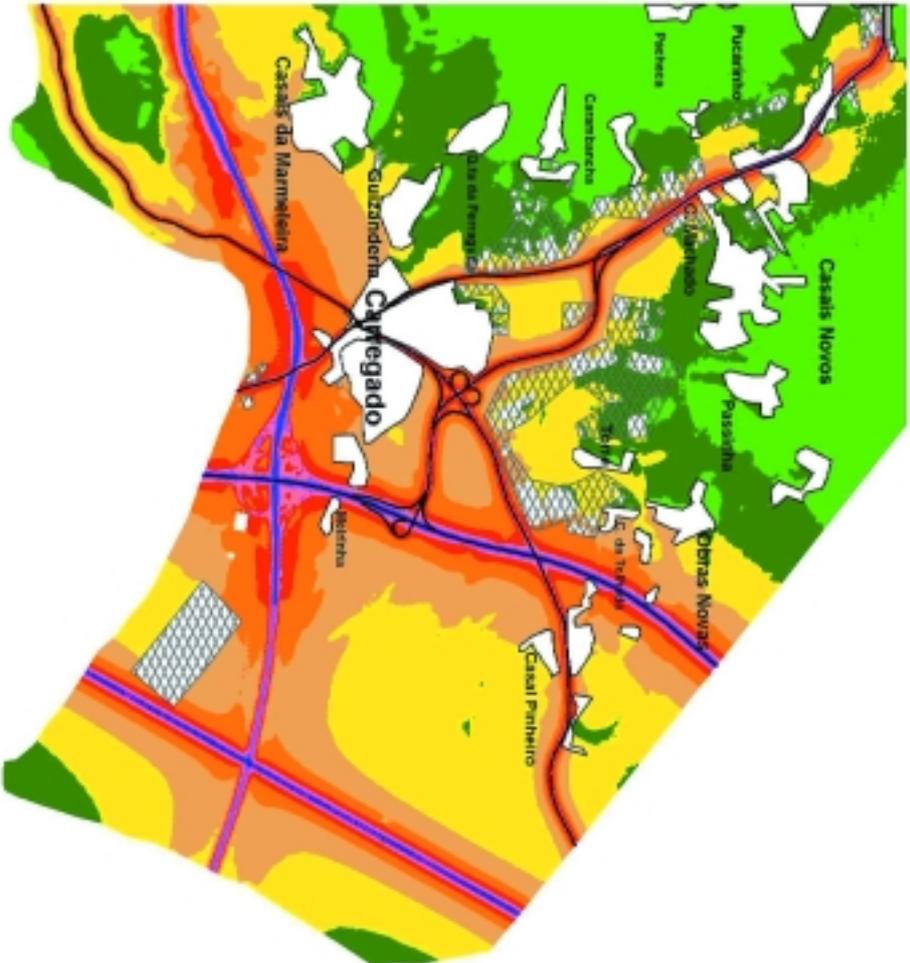
Altura do cálculo = 1,5m
Método de cálculo = NMPB (96)



0 500 1.000 Meters Escala 1:25000

Julho 2003





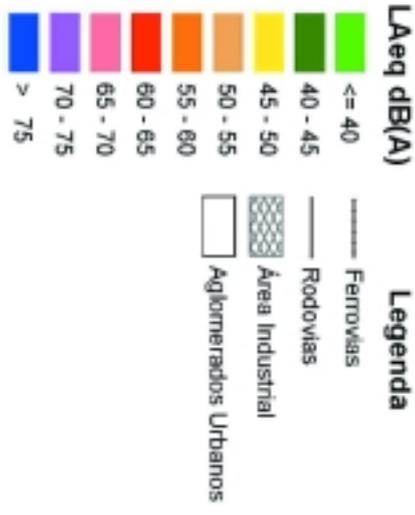
Mapa de Ruído

Alenquer - Carregado

Situação Futura - 2010

Tráfego Rodoviário
 Tráfego Ferroviário
 Indústria
 Período Nocturno

Altura do cálculo = 1,5m
 Método de cálculo = NIMFPG (98)



0 500 1.000 Meters
 Escala 1:25000
 Julho 2003

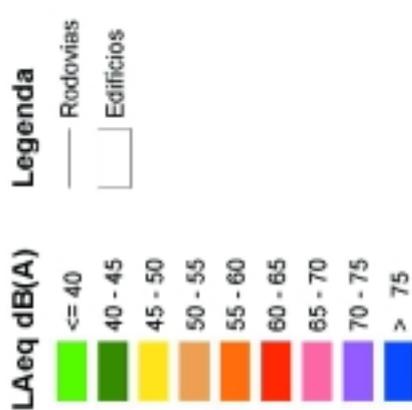
Mapa de Ruído

Linda-a-Pastora - Queijas

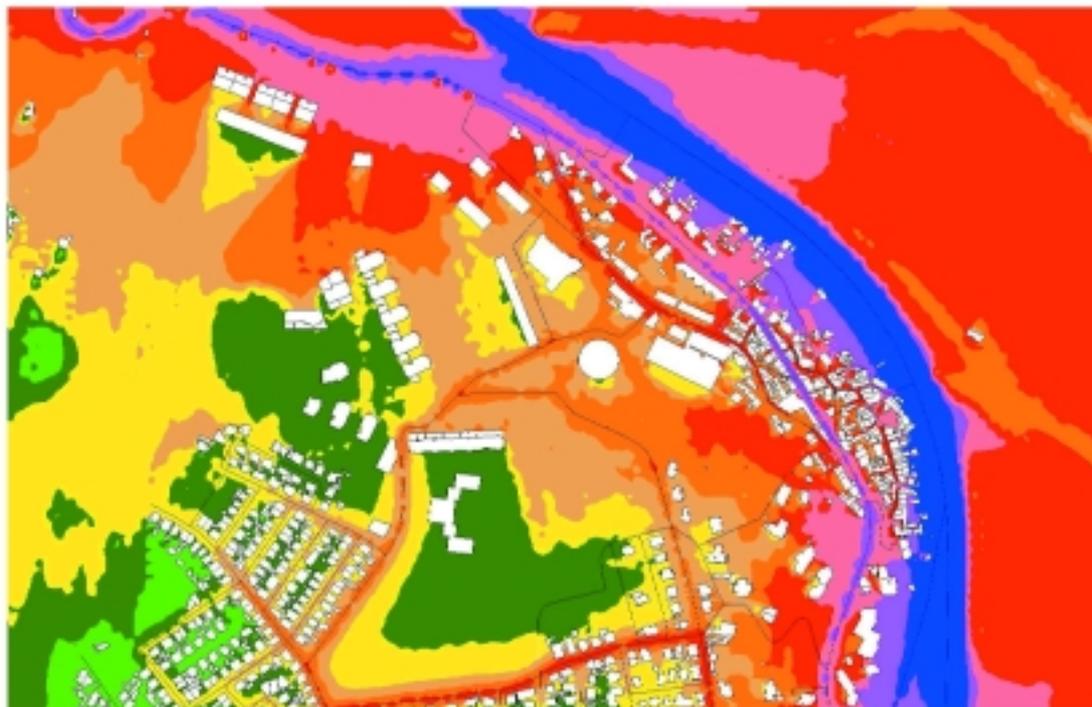
Situação Actual - 2002/2003

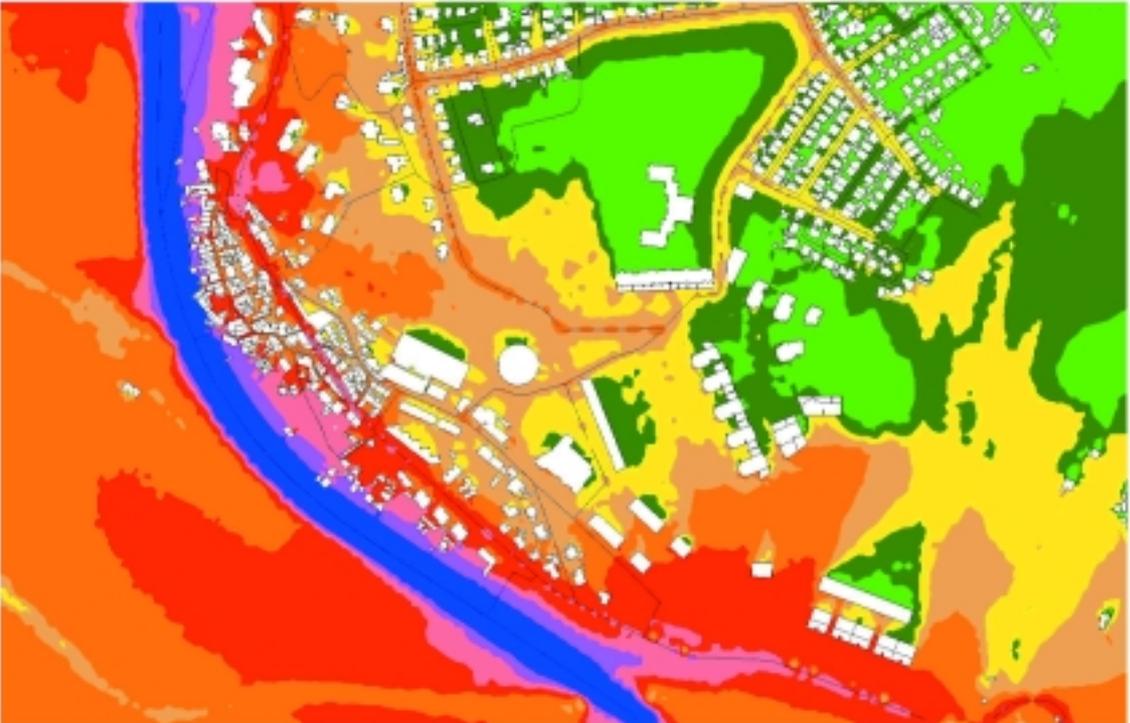
Tráfego Rodoviário
Período Diurno

Altura do cálculo = 1,5m
Método de cálculo = NMPB (96)



Julho 2003





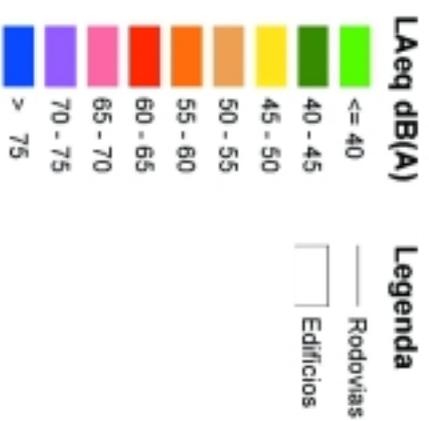
Mapa de Ruído

Linda-a-Pastora - Queijas

Situação Actual - 2002/2003

Traáfego Rodoviário
Período Nocturno

Altura do cálculo = 1,5m
 Método de cálculo = NMPB (96)



Julho 2003

Classificação de Zonas

Linda-a-Pastora - Queijas



Legenda

- Rodovias
- Edifícios
- Zona Mista
- Zona Sensível

0 100 200 Meters Escala 1:5000

Julho 2003



Mapa de Ruído

Linda-a-Pastora - Queijas

Mapa de Conflito

Período Diurno

Legenda

- Rodovias
- Edifícios
- Zona Sensível
- Valor Regulamentar
- 55 < LAeq <= 60
- LAeq > 60
- Zona Mista
- Valor Regulamentar
- 65 < LAeq <= 70
- LAeq > 70



Julho 2003

Mapa de Ruído

Linda-a-Pastora - Queijas

Mapa de Conflito

Período Nocturno



Legenda

- Rodovias
- Edifícios
- Zona Mista
- Valor Regulamentar
- 55 < LAeq ≤ 60
- LAeq > 60
- Zona Sensível
- Valor Regulamentar
- 45 < LAeq ≤ 50
- LAeq > 50

0 100 200 Meters Escala 1:5000

Julho 2003





Ficha técnica:

Título:	Projecto-piloto de demonstração de mapas de ruído - escalas municipal e urbana.
Autoria:	Francisco Ramos Pinto com a colaboração de Margarida Guedes e Maria João Leite
Edição:	Instituto do Ambiente
Tiragem:	1.000 exemplares
ISBN:	927-8419-96
Depósito Legal:	211861/04
Data de edição:	Maio 2004

 info:

Instituto do Ambiente

Rua da Murgueira, 9 / 9A, Zambujal,
Ap. 7585 2611-865 Amadora
Tel: 21 472 82 00 | Fax: 21 471 90 74
email: info@iambiente.pt
www.iambiente.pt

PROGRAMA AMBIENTE



Co-financiado pela
União Europeia - FEDER



Portugal em Acção

