



Odivelas
CÂMARA MUNICIPAL



TÉCNICO
LISBOA

MUNICÍPIO DE ODIVELAS

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

Resumo Não-Técnico

Maio 2023

MUNICÍPIO DE ODIVELAS

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO

2022

Resumo Não-Técnico

Equipa de trabalho principal:

Alexandre Miguel S. Pereira
Eng. Elect., DFA Eng. Acústica (IST)

Aline Ventura Nardi
Arq., MArq.

J. L. Bento Coelho
Eng. Elect., MSc., PhD., DHC, IIAC Fellow, Espec. Eng Acust (Ord Eng.) (Coordenador)

Mai 2023

ÂMBITO	3
OBJETIVOS	4
O SOM E O RUÍDO	4
RUÍDO NO CONCELHO DE ODIVELAS	9
MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO DE ODIVELAS	11
BIBLIOGRAFIA	16

ÂMBITO

Os Mapas de Ruído pretendem dar cumprimento ao enquadramento legal que se impõe à autarquia, no âmbito dos requisitos das disposições vigentes decorrentes tanto da regulamentação nacional como das diretivas europeias sobre ruído ambiente.

A atual regulamentação, nacional e europeia, sobre a qualidade do ambiente sonoro considera a cartografia de ruído como forma privilegiada de diagnóstico para a avaliação da incomodidade das populações ao ruído e como um instrumento fundamental para a definição e elaboração de planos de ação e de redução de ruído.

OBJETIVOS

Os mapas de ruído constituem-se como instrumentos importantes para, tendencialmente, reduzir o ruído nos aglomerados populacionais e, desta forma, reduzir a incomodidade das populações e melhorar a qualidade de vida dos cidadãos.

O mapa de ruído é um meio de diagnóstico precioso e revelador em detalhe das emissões sonoras, das influências de diferentes fontes de ruído e da exposição das populações ao ruído ambiente nas diferentes zonas do espaço municipal. Os Mapas de Ruído do Município de Odivelas constituem, deste modo, uma base de informação sobre o ambiente sonoro, essencial para fins de ordenamento e planeamento e na definição de estratégias de desenvolvimento urbano.

O SOM E O RUÍDO

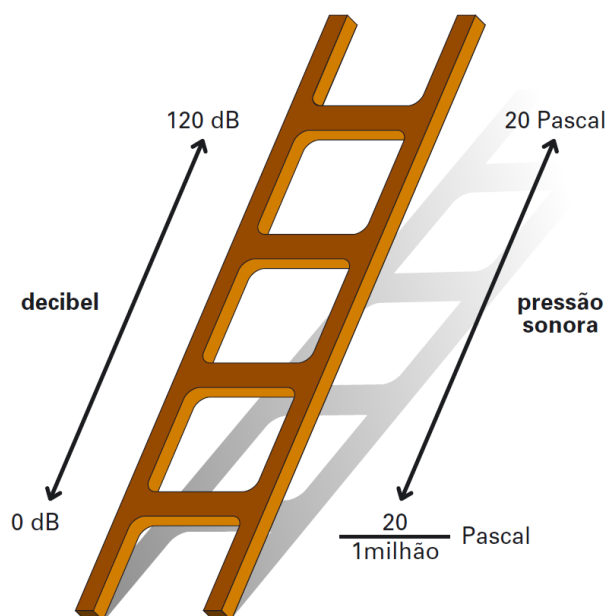
O som é a manifestação audível de vibrações mecânicas de um meio material elástico. As vibrações percebidas pelo ouvido humano como um sinal sonoro são caracterizadas por um determinado número de parâmetros físicos, sendo os principais a intensidade do som e a sua frequência.

O intervalo de intensidades sonoras relativamente ao qual o ouvido humano é sensível é muito grande – o som menos intenso capaz de ser detetado pelo ouvido humano é um milhão de vezes inferior ao som mais intenso que o ouvido humano consegue detetar, sem sofrer danos físicos.

A variação da pressão sonora na gama audível situa-se entre os 20 μPa e os 20 Pa, onde Pa, Pascal, é a unidade de pressão. O valor 20 μPa corresponde ao som de menor intensidade que um indivíduo médio em plena posse das suas faculdades auditivas consegue ouvir e por isso é considerado como o “limiar da audição”. Uma pressão sonora de 20 Pa é tão elevada que causa dor e por isso é considerado o “limiar da dor”.



Face a este enorme intervalo de valores de amplitude sonora, a intensidade de som é normalmente representada na escala logarítmica “Decibel”, na qual é atribuído ao “limiar de audição” o valor zero (0 dB). A um som 10 vezes mais intenso do que este limiar corresponderá um valor de 10 dB, 20 dB para um som 100 vezes mais intenso, 30 dB para um som 1000 vez mais intenso, e assim sucessivamente, devido às características da função logaritmo.



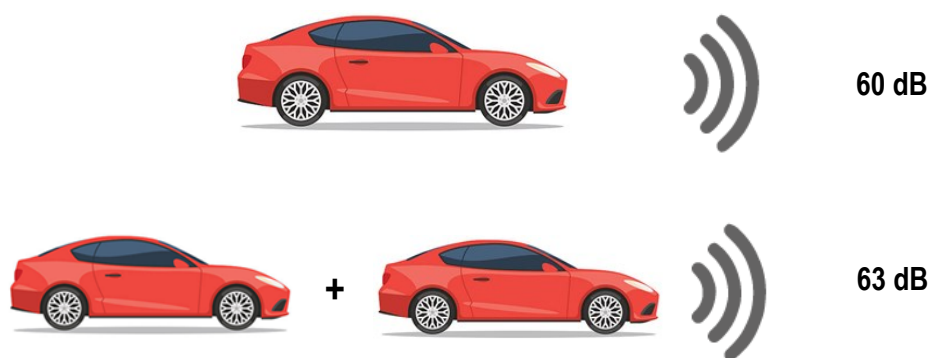
O nível de pressão sonora, L_p , em dB, é então calculado através de:

$$L_p = 10 \times \log_{10} \left(\frac{p}{p_0} \right)^2 = 20 \times \log_{10} \frac{p}{p_0}$$

em que,
 L_p é o nível de pressão sonora expresso em dB
 p é a pressão sonora expressa em Pa
 p_0 é a pressão sonora de referência ($p_0 = 20 \times 10^{-6}$ Pa) e que corresponde ao limiar mínimo da audição humana

Em dB é possível trabalhar com uma escala de valores muito mais acessível, compreendida entre os 0 dB (limiar da audição) e os 120 dB (limiar da dor).

Ao trabalhar com níveis sonoros (em dB) haverá que notar que, tratando-se de unidades logarítmicas, não poderão estas ser adicionadas linearmente. Enquanto as energias sonoras realmente se somam, o cálculo de logaritmos conduz à conclusão de que se uma fonte emissora produz um determinado nível sonoro, duas exatamente iguais produzirão esse valor acrescentado de 3 dB. Por exemplo, se um veículo automóvel produz num determinado ponto um nível sonoro de 60 dB, dois veículos idênticos a passar exatamente no mesmo local produziram um nível sonoro de 63 dB.



Note-se que a sensação humana de intensidade sonora se relaciona com a energia sonora. Subjetivamente, um aumento para o dobro da energia (3 dB) é marginalmente perceptível; um aumento da energia em 5 dB é claramente perceptível; e um aumento de 10 dB é percebido como o duplicar da nossa sensação de intensidade sonora.

O intervalo de frequências a que um ouvido saudável é sensível, denominado por espectro de audio-frequências, situa-se aproximadamente entre os 20 Hz e os 16.000 Hz, representando o Hz (Hertz), ou ciclos por segundo, a unidade de frequência. Este intervalo varia entre indivíduos e é afetado principalmente com a idade do indivíduo, daí resultante a perda de sensibilidade auditiva nas altas frequências.

O ouvido humano é mais sensível às frequências médias, justamente onde se expressa a voz humana. Para reproduzir essa sensibilidade e traduzir a falta de linearidade de funcionamento do ouvido, normalmente utiliza-se o decibel corrigido com um filtro de ponderação de frequências, de modo a penalizar as componentes graves e agudas do som, relativamente às frequências médias. Surge, então, o nível de pressão sonora expresso em dB(A), ou dBA.

A nível ambiental, dada a grande variabilidade temporal, os níveis sonoros são normalmente expressos pelo índice L_{Aeq} , nível sonoro contínuo equivalente ponderado A, correspondente à sensação com que efetivamente o ser humano percebe o fenómeno sonoro. O índice L_{Aeq} é definido como um valor médio para um determinado período de referência. A legislação portuguesa define três períodos de referência: o diurno, entre as 7h00 e as 20h00, o entardecer, entre as 20h00 e as 23h00, e o noturno, entre as 23h00 e as 7h00, sendo obtidos, respetivamente os valores de L_d , L_e e L_n . A regulamentação nacional segue ainda as recomendações europeias no sentido de definir como indicadores de ruído ambiente os indicadores L_n e L_{den} em que este é uma média ponderada de L_d , L_e e L_n com penalizações para os períodos de entardecer e noturno.

O ruído pode ser caracterizado como um som desagradável e indesejável, constituindo-se como uma forma de poluição: a poluição sonora. Note-se, no entanto, que a discriminação entre ruído e sons tidos como agradáveis e/ou suportáveis é uma ação puramente subjetiva de classificação de um certo indivíduo, tornando assim a determinação objetiva de incomodidade uma tarefa difícil.



Existe, contudo, um certo consenso em relação a um determinado grupo de estímulos sonoros considerados como ruído. Neste grupo encontram-se os sons derivados principalmente da atividade de dispositivos mecânicos. Exemplos típicos de emissores de ruído são todos os tipos de tráfego (principalmente rodoviário, ferroviário e aéreo) e maquinaria utilizada em construções e em atividades de carácter industrial.

Por outro lado, existem sons que podem até não ser considerados como ruído por certos indivíduos, devido à sua própria sensibilidade auditiva ou estética, mas que apresentam determinadas características físicas, e que através da sua exposição prolongada podem provocar danos fisiológicos temporários e/ou permanentes no ouvido humano. Trata-se aqui de tipologias de sons ligadas a atividades oficiais ou laborais de forma geral.

O ruído pode genericamente afetar o ser humano de forma direta ou indireta, através da criação de “stress” e cansaço ou através de perturbações no ritmo biológico, gerando distúrbios no sono e na saúde, em geral, bem como através da redução da capacidade de concentração, daí advindo um decréscimo na produtividade individual e coletiva. Refira-se

ainda que efeitos da exposição ao ruído podem também estar ligados a problemas de relacionamento de forma social.

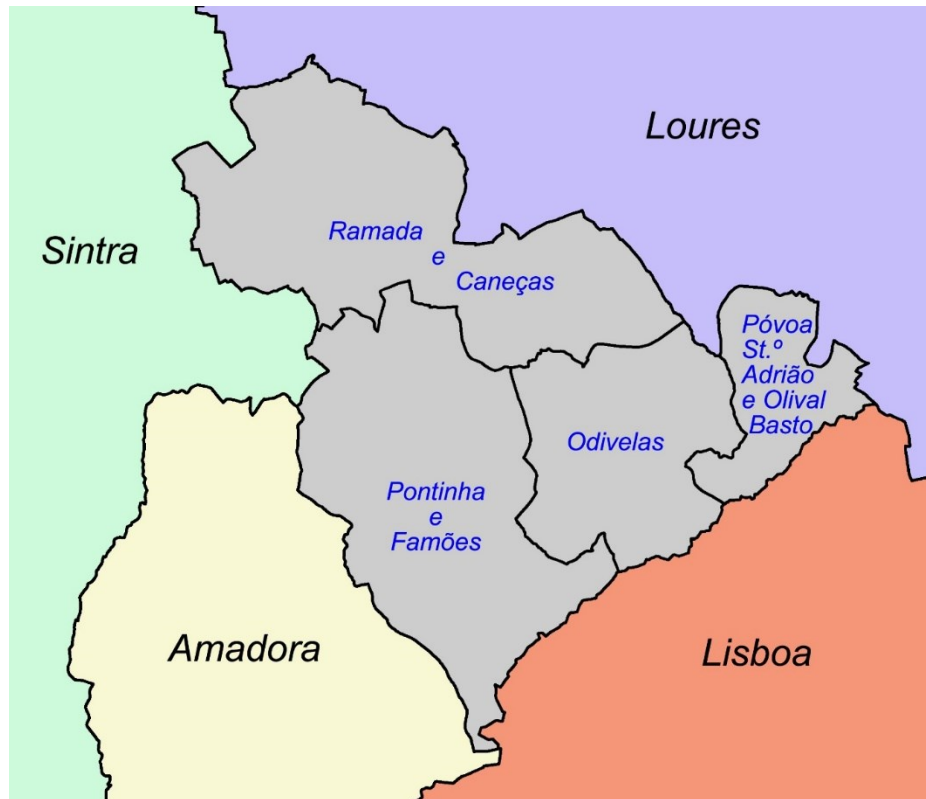
Embora a relação causa-efeito entre ruído e saúde / incómodo possa ser muito variável conforme o indivíduo, têm sido encontrados dados objetivos que têm informado os conteúdos das disposições legais sobre ambiente sonoro em todo o mundo, com particular ênfase na União Europeia e seus Estados Membros.

RUÍDO NO CONCELHO DE ODIVELAS

O Concelho de Odivelas situa-se na zona da Grande Lisboa, Distrito de Lisboa, tendo por concelhos vizinhos Sintra, Loures, Amadora e Lisboa.



A área do concelho compreende cerca de 26,6 km² e distribui-se pelas freguesias de Odivelas, União das Freguesias de Ramada e Caneças, União das Freguesias de Pontinha e Famões e União das Freguesias de Póvoa de Santo Adrião e Olival Basto.



Uma área vasta com características diferenciadas, como é o caso do Município de Odivelas, compreende, também, uma rede de vias rodoviárias diferenciadas responsáveis por emissões de ruído de importância relativa muito distinta.

O território municipal é atravessado por diversas infraestruturas de transporte rodoviário municipais, nacionais e autoestradas; infraestruturas de transporte ferroviário (Linha Amarela do Metropolitano de Lisboa) e por rotas de transporte aéreo de acesso ao Aeroporto de Lisboa.

As emissões sonoras destas infraestruturas de transporte, bem como de atividades relevantes de tipo industrial constituem as principais fontes de ruído suscetíveis de influenciar o ambiente sonoro a que se encontram expostos os habitantes de Odivelas.



O mapeamento de ruído permite o diagnóstico da exposição ao ruído desta população, em termos da distribuição territorial dos níveis sonoros globais e dos níveis sonoros correspondentes às fontes emissoras mais relevantes e/ou determinantes para o estabelecimento do ambiente sonoro municipal.

Os mapas de ruído permitem definir estratégias municipais de conservação em zonas onde o ambiente sonoro pode ser considerado bom e de controlo e redução de ruído nas zonas onde são verificados excessos de ruído em relação a valores limite estabelecidos na regulamentação aplicável.

MAPAS ESTRATÉGICOS DE RUÍDO DE ODIVELAS

Os Mapas Estratégicos de Ruído (MER) de Odivelas atualizados foram desenvolvidos com base nos mapas de ruído anteriores e nos novos dados de base referentes ao terreno e objetos (edificado, pontes e viadutos), às fontes sonoras e ao meio de propagação.

Metodologicamente, foram seguidas as disposições e diretrizes nacionais aplicáveis e as boas práticas nacionais e internacionais.

A atualização dos MER compreendeu diversas fases de trabalho, nomeadamente (a) compilação de dados de base cartográficos e relativos a fontes de ruído atualizados; (b) revisão e atualização dos modelos acústicos previsionais de emissão e de propagação sonora, (c) atualização dos mapas de ruído de Odivelas, através de novos cálculos previsionais e simulações computacionais relativas a fontes sonoras distintas e ao ruído global; (d) cálculo do número de pessoas expostas aos diferentes intervalos de níveis sonoros do ruído ambiente.

Foi utilizada uma nova base cartográfica digital (altimetria e planimetria) homologada, datada de 2020, que contém os dados de planimetria nomeadamente a localização em planta das vias rodoviárias e ferroviárias, implantação de edifícios, pontes e viadutos e outras construções.

Para o tráfego rodoviário, foram considerados dados distribuídos pelas classes que constituem o modelo de cálculo europeu harmonizado CNOSSOS-EU. Os dados de tráfego das Grandes Infraestruturas de Transporte (GIT) foram os disponibilizados pelo Instituto da Mobilidade e dos Transportes (IMT). Os dados de tráfego para a rede viária complementar foram os resultantes de estudos de contagens fornecidos pela CMO, atualizados e validados para o ano de 2021 através de um programa de novas contagens de tráfego realizadas nos meses de novembro e dezembro de 2021.

Os dados de tráfego ferroviário foram os correspondentes ao funcionamento da Linha Amarela do Metropolitano de Lisboa, na secção que se desenvolve à superfície entre as estações do Sr. Roubado e Odivelas.

Não foram considerados dados relativos ao tráfego aéreo pelo facto das atuais emissões sonoras com origem nas operações de voo do Aeroporto Humberto Delgado, na sequência de alterações da sua estrutura para aumento de capacidade, nomeadamente a desativação

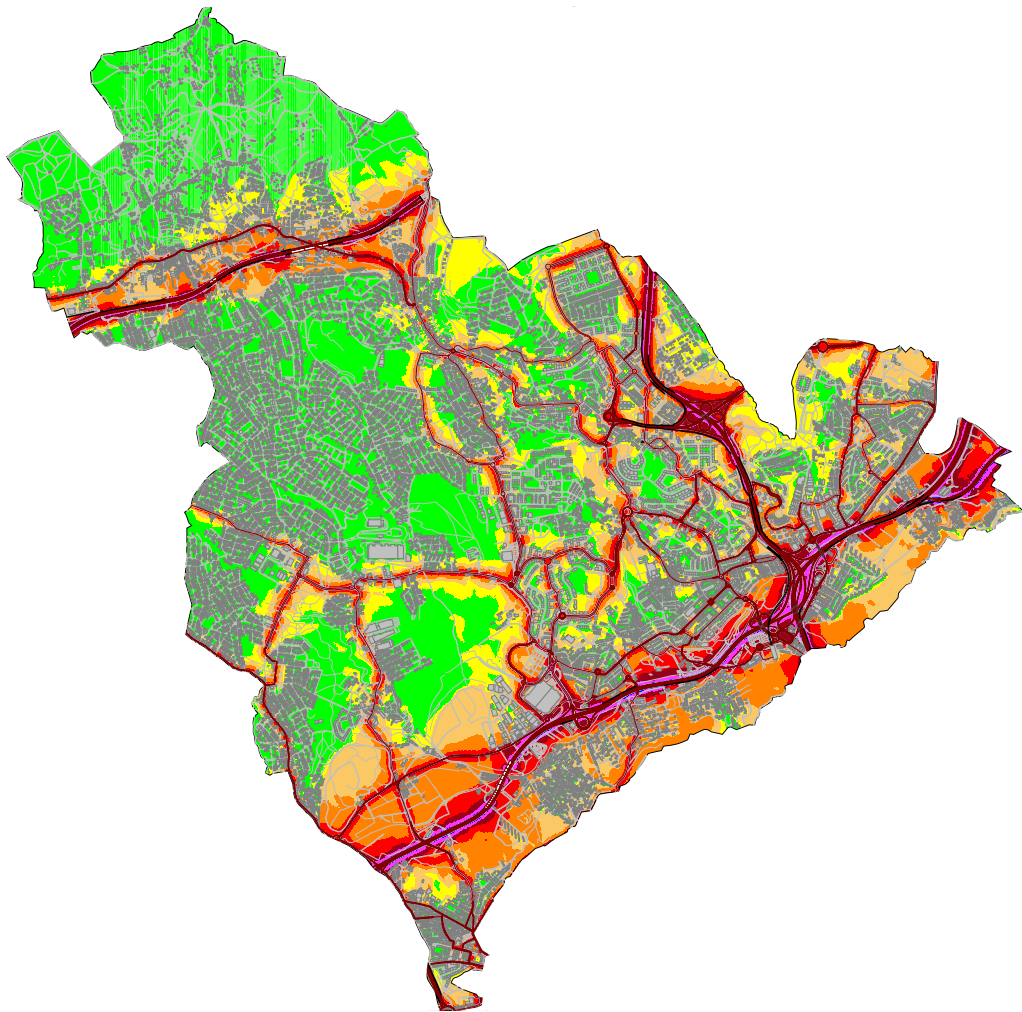
da anterior pista 35, não são suscetíveis de influenciar de forma significativa o ambiente sonoro no espaço do concelho.

Também não foram considerados dados relativos a fontes fixas (instalações industriais) por se ter identificado não serem estas fontes sonoras relevantes para o ruído ambiente municipal.

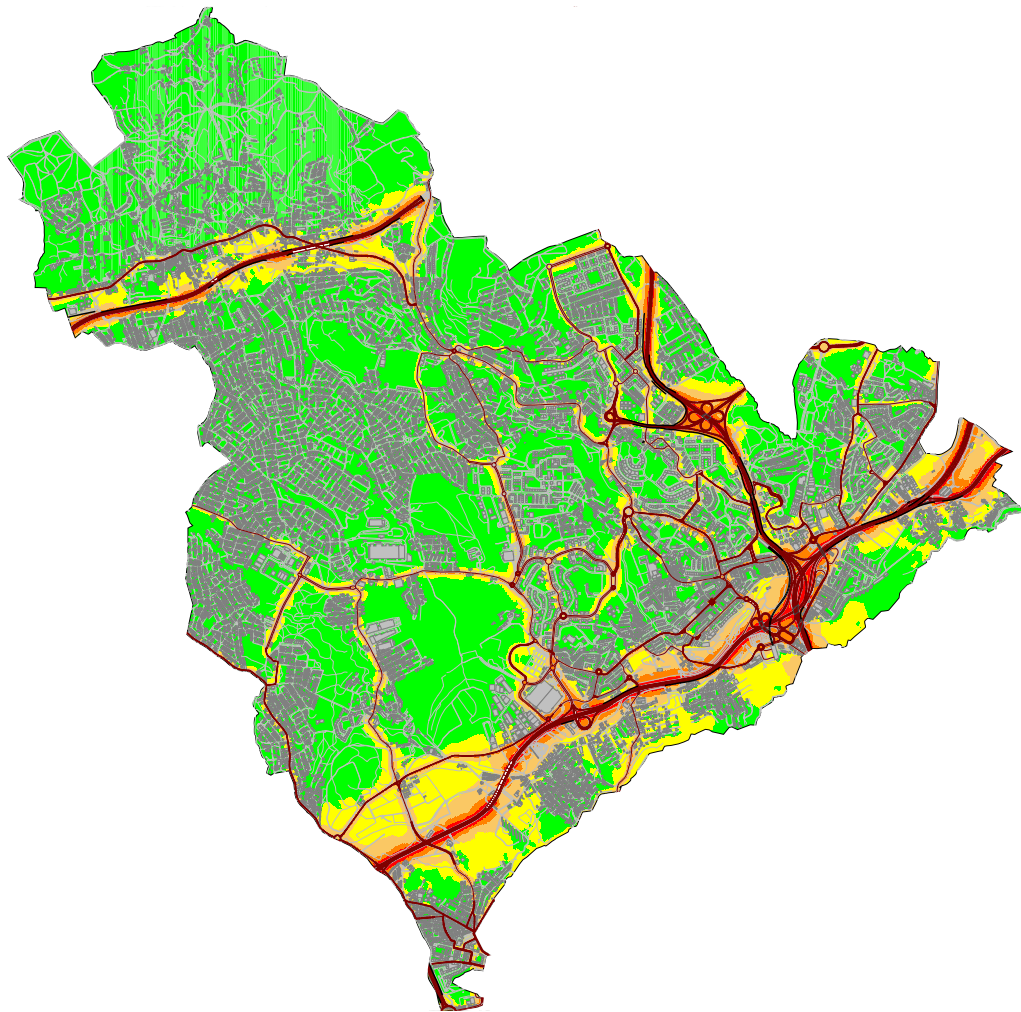
Os modelos acústicos 3-D de emissão sonora contemplaram as fontes sonoras mais relevantes, nomeadamente as resultantes do tráfego rodoviário e ferroviário. Foi adotado o método de cálculo CNOSSOS-EU harmonizado para todo o espaço europeu. Os modelos foram aferidos e validados com base numa campanha experimental de medições sonoras num conjunto de locais de referência e nos diferentes períodos de referência.

Os cálculos previsionais foram efetuados de forma tridimensional em pontos de uma malha de avaliação de 5 m x 5 m como solução otimizada e a uma altura padrão de 4,0 m.

Os mapas de ruído foram desenvolvidos para os indicadores de ruído regulamentares L_{den} e L_n correspondentes à distribuição espacial dos níveis sonoros globais e dos níveis sonoros resultantes das emissões das fontes sonoras permanentes mais relevantes, o tráfego rodoviário e o tráfego ferroviário.



Mapa de Ruído Global do Concelho de Odivelas – Indicador L_{den}



Mapa de Ruído Global do Concelho de Odivelas – Indicador L_n

Os mapas de ruído foram produzidos à escala 1:10.000 para permitir uma análise com um detalhe apropriado a posteriores intervenções para gestão e redução do ruído urbano, e à escala 1:30.000 para permitir uma visão global e uma análise acústica macroscópica do ambiente sonoro em todo o território do Concelho de Odivelas.

A partir da distribuição espacial dos níveis sonoros constante dos mapas de ruído e dos dados dos censos 2021, foi calculada a distribuição das populações expostas ao ruído por diferentes classes de níveis sonoros segundo as disposições regulamentares em vigor que mostra que 46,2% da população residente está exposta a níveis iguais ou superiores a 55 dB L_{den} e que o número de pessoas expostas a níveis iguais ou superiores a 65 dB L_{den}

corresponde, neste caso, a 14,5% da população residente. Para o indicador L_n , a percentagem de residentes expostos a níveis iguais ou superiores a 45 dB é de 45,7%, enquanto a percentagem de residentes expostos a níveis iguais ou superiores 55 dB é de 12,0%.

A análise global do ruído no espaço territorial do concelho, bem como da influência das distintas fontes sonoras relevantes no estabelecimento do ambiente sonoro mostra que são os eixos viários principais, nomeadamente a A36/IC17/CRIL, A40/IC22, A9/CREL e A8, bem como a EN8, EN250-2 e a EN542, que geram os níveis sonoros mais elevados em termos dos indicadores regulamentares L_{den} e L_n .

A A36/IC17/CRIL representa uma das mais importantes fontes de ruído no espaço do Concelho, sendo responsável por níveis sonoros elevados na sua proximidade, principalmente na zona junto ao Nó de Odivelas. Numa situação idêntica encontra-se a A40/IC22 que também é responsável por elevados níveis de ruído rodoviário na sua proximidade.

Relativamente às vias rodoviárias locais, salienta-se a zona da Pontinha, zona circundante do “Strada Shopping & Fashion Outlet”, zona da Cidade de Odivelas e zona da Ramada, onde se verificam condições de tráfego rodoviário intenso que provocam níveis sonoros elevados em seu redor.

Observa-se que o ruído de tráfego ferroviário tem pouca expressão na área do território de Odivelas, dado existir apenas uma linha-férrea, a Linha Amarela do Metropolitano de Lisboa.

BIBLIOGRAFIA

Alarcão, D. e Bento Coelho, J. L. (2008), Modelação de ruído de tráfego ferroviário, *Proc. Congresso Acústica 2008*, V Congresso Ibérico de Acústica, XXXIX Congresso Espanhol de Acústica TECNIACÚSTICA 2008.

Alarcão, D. e Bento Coelho, J. L. (2009), The adaptation of the interim calculation method for railway noise to the Portuguese rolling stock, *Proc. EURONOISE 2009*.

Agência Portuguesa do Ambiente (2010), *Nota técnica para avaliação do descritor Ruído em AIA*, versão 2, junho 2010.

Agência Portuguesa do Ambiente (2011), *Nota Técnica – Critérios para análise de relações exposição-impacte do ruído de infra-estruturas de transporte*, CAPS-IST, dezembro 2009.

Agência Portuguesa do Ambiente (2011), *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído*, versão 3, dezembro 2011.

Agência Portuguesa do Ambiente (2011), *Recomendações para a Organização dos Mapas Digitais de Ruído*, versão 3, dezembro 2011.

Agência Portuguesa do Ambiente (2020), *Guia prático para medições de ruído ambiente - no contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996*, julho 2020.

Agência Portuguesa do Ambiente (2022), *Diretrizes para Elaboração de Mapas de Ruído - Método CNOSSOS-EU - versão 1*, agosto 2022.

Agência Portuguesa do Ambiente (2023), *Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído*, versão 7, janeiro de 2023.

Agenzia Nazionale per la Protezione dell’Ambiente (1998), *Linee guida per l’elaborazione di piani comunali di risanamento acustico*.

AZB (1975) – *Bekanntmachung der Datenfassungssysteme für die Ermittlung von Lärmschutzbereichen an zivilen (DES) und militärischen Flugplätzen (DES-MIL) sowie eine Anleitung zur Berechnung*. Der Bundesminister des Innern, GMB1. Ausg. A, S. 125, 1975.

AZB (2008) - *AzB - Anleitung zur Berechnung von Lärmschutzbereichen*, 19 novembro 2008, BAnz. Nr. 195a vom 23.12.2008 S. 2

Bento Coelho, J. L. e Palma, M. J. (2001), Noise Mapping in Urban and Non-Urban Areas, *Proc. Euronoise 2001*.

Bento Coelho, J. L. (2001), Urban Noise Mapping – Strategies and Objectives, *Proc. 8th International Congress of Sound and Vibration*, Hong Kong, julho 2001.

Bento Coelho, J. L. (2003), Noise Mapping and Noise Reduction Plans as Urban Noise Management Tools, *Proc. Euronoise 2003*, Nápoles, maio 2003.

Bento Coelho, J. L. (2003), Noise Maps and Noise Action Plans for Urban Noise Management, *Proc. 10th International Congress on Sound and Vibration*, Estocolmo, julho 2003.

Bento Coelho, J. Luis e Alarcão, D. (2008), On railway noise modeling – an approach to the European interim method, *Proc. Acoustics'08*.

Bento Coelho, J. Luis e Alarcão, D. (2013), Noise mapping for environmental sound management and planning, *Proc. Tecniacustica 2003*, Bilbao, outubro 2003.

Bertoni, D. (2003), Noise abatement strategies in urban areas: the role of local authorities, *Proc. Euronoise 2003*, Nápoles, maio 2003.

Birmingham City Council (1999), *A report on the Production of Noise Maps of the City of Birmingham*, Environmental Services Department, October 1999.

Boubezari, M. e Bento Coelho, J. L. (2003), Towards a qualitative noise map based on measurement and perception, the case of Rossio square in Lisbon, *Proc. Tecniacustica 2003*, Bilbao, outubro 2003.

Boubezari, M. e Bento Coelho, J. L. (2004), Towards Qualitative Sound Maps with Differentiated Sources, *Proc. ICA 2004*.

Bourbon, C. (2003), Cartes de bruit stratégiques pour la Région de Bruxelles-Capitale, *Écho-Bruit*, Juin 2003, N.º. 102, p. 31-35.

Comissão das Comunidades Europeias, COM (1996), *Livro Verde da Comissão Europeia, Futura Política de Ruído*, 1996.

Comissão das Comunidades Europeias, COM (2003), *Recomendação da Comissão de 6 de Agosto de 2003 relativa às orientações sobre os métodos de cálculo provisórios revistos para o ruído industrial, o ruído das aeronaves e o ruído rodoviário e ferroviário, bem como dados de emissões relacionados*, (2003/613/CE), Jornal Oficial da União Europeia, L212/49, 22.8.2003.

Comissão das Comunidades Europeias, COM (2011), *Livro Branco da Comissão Europeia (2011)*, Roteiro do espaço único europeu dos transportes, 2011.

Conseil Economique et Social (1998), *Le Bruit dans la Ville*, Ed. Jean-Pierre Gualazzi.

Danish Environmental Protection Agency (1997), *Danish experience in monitoring noise exposure, and necessary steps towards procuring data for uniform European mapping of environmental data*, Copenhagen.

Declaração de Rectificação n.º18/2007 de 16 de Março, que retifica o Decreto-Lei n.º 9/2007, do Ministério do Ambiente, do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional.

Decreto-Lei n.º 146/2006 de 31 de julho, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva 2002/49/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 25 de junho de 2002 relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, retificado pela Declaração de Retificação n.º 57/2006 de 31 de agosto.

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

Decreto-Lei n.º 278/2007 de 1 de Agosto, que altera o Decreto-Lei nº 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova o Regulamento Geral do Ruído.

Decreto-Lei n.º 316-A/2019 de 6 de setembro, que transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão, de 19 de maio de 2015, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, alterando o Anexo II do Decreto-Lei nº 146/2006, de 31 de julho.

Decreto-Lei n.º 84-A/2022 de 9 de dezembro da Presidência do Conselho de Ministros, que altera o regime de avaliação e gestão do ruído ambiente, transpondo diversas diretivas da União Europeia e altera e republica o Decreto-Lei nº 146/2006 de 31 de julho.

Droin, L. (2003), *A l'écoute de la Ville : articulation entre outils et expertise, Écho-Bruit*, Juin 2003, N.º. 102, p. 23-26.

ECAC/CEAC Doc. 29 – European Civil Aviation Conference Document 29, *Report on Standard Method of Computing Noise Contours around Civil Airports*, 2nd edition, 1997.

European Academy of the Urban Environment (1999), *Noise abatement in European towns and cities, Strategies, concepts and approaches for local noise policy*.

European Commission (1999), *Cost Study on Noise Mapping and Action Planning*, COWI, DGXI D.3 Urban Environment.

European Commission (1999), *Position Paper on EU Noise Indicators*, EU Noise Policy Working Group on noise indicators, 1999.

European Commission (1999), *Cost Study on Noise Mapping and Action Planning*, DGXI D.3 Urban Environment, COWI.

European Commission (2006), *Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure*, EU Noise Policy Working Group Assessment of Exposure to Noise (WG-AEN), Position Paper, versão 2, fevereiro 2006.

European Commission (2012), *Common Noise Assessment Methods in Europe (CNOSSUS-EU)*, Report EUR 25379 EN. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 180 pp.

European Environment Agency (2010), *Good Practice Guide on Noise Exposure and Potential Health Effects*, EEA Report No. 11/2010.

European Environment Agency (2014), *Noise in Europe 2014*, EEA Report No. 10/2014.

European Environment Agency (2016), *Noise in Europe 2017: updated assessment*, ETC/ACM Technical Paper 2016/13.

European Environment Agency (2020), *Environmental Noise in Europe – 2020*, EEA Report No. 22/2019.

Fagotti, C. e Poggi, A. (1998), *Il Rumore a Firenze. Dieci Anni di Studio (1987 – 1996) del Rumore Urbano da Traffico*, Agenzia Regionale per la Protezione Ambientale della Toscana, 1998.

Françoise, Y. (2003), La cartographie dynamique du bruit routier à Paris, *Écho-Bruit*, Juin 2003, N.º. 102, p. 27-30.

Hinton, J. (2000), Noise Mapping – An effective way of communicating information to the public?, *Proc. INTERNOISE 2000*, 4-2247.

Manvell, D., Winberg, L. e Henning, P. J. (1999), Managing Urban Noise in Cities – An Integrated Approach to Mapping, Monitoring, Evaluation and Improvement, *Proc. INTERNOISE 99*, 2-1037.

Miedema, H. e Oudshoorn, C. (2001), Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and their Confidence Intervals, *Environmental Health Perspectives*, vol. 109, n.º4, pp 409-416.

Miedema, H. (2002), Relationship between exposure to single or multiple transportation noise sources and noise annoyance, *Technical Meeting on exposure-response relationships of noise on Health*, WHO-Europe, Bonn, Alemanha.

Noise & Vibration Worldwide (1998), *Noise Mapping – A way forward in Environmental Noise Management*, 17-20 December 1998

Norma Portuguesa NP 4361. Acústica. *Atenuação do som na sua propagação ao ar livre. Parte 1: Cálculo da absorção atmosférica. Parte 2: Método geral de cálculo*. 2001.

Norma Portuguesa NP ISO 1996-1:2019 - Acústica. *Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 1: Grandezas fundamentais e métodos de avaliação*.

Norma Portuguesa NP ISO 1996-2:2019 - Acústica. *Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente. Parte 2: Determinação dos níveis de pressão sonora do ruído ambiente*.

Palma, M. J. e Bento Coelho, J. L. (2000), Cartografia de ruído da cidade de Lisboa, *Proc. Tecniacustica 2000, Proc. ACUSTICA 2000*.

Palma, M. J. e Bento Coelho, J. L. (2002), Noise Mapping as a Tool for the Development of Urban Areas, *Revista de Acústica*, special issue, Vol. XXXIII, ISBN 84-87985-07-6.

Popp C. (2000), Communicating noise to the public without talking in technical jargon, *Proc. INTERNOISE 2000*, 4-2241.

Portaria n.º 42/2023 de 9 de fevereiro dos Ministérios da Economia e Mar, Ambiente e Ação Climática e Infraestruturas e Coesão Territorial, que regulamenta o regime de avaliação e gestão do ruído ambiente e transpõe para a ordem jurídica interna a Diretiva (UE) n.º 2020/367, da Comissão, de 4 de março de 2020, a Diretiva Delegada (UE) n.º 2021/1226, da Comissão, de 21 de dezembro de 2020, e dá execução ao Regulamento (UE) n.º 2019/1010, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 5 de junho de 2019.

Probst, W. (1998), Noise Mapping – A powerful technique for prediction, evaluation and assessment of noise in cities, *Proc. ACUSTICA 98*, 521.

Probst, W. e Huber, B. (2001), Calculating and assessing road traffic noise, *Acoustics Bulletin*, Vol. 26 No. 2, 12.

Regulamento (UE) 1010/2019 do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de junho de 2019 relativo à harmonização das obrigações de comunicação de informações no âmbito da legislação no domínio do ambiente e que altera os Regulamentos (CE) n.º 166/2006 e (UE) n.º 995/2010 do Parlamento Europeu e do Conselho, as Diretivas 2002/49/CE, 2004/35/CE, 2007/2/CE, 2009/147/CE e 2010/63/EU do Parlamento Europeu e do Conselho, os Regulamentos (CE) n.º 338/97 e (CE) n.º 2173/2005 do Conselho, e a Diretiva 86/278/CEE do Conselho, *Jornal Oficial da União Europeia*, L 170/115.

Schleswig, N. und F. des L. (1999), *Leitfaden Lärminderungsplanung*, Ministerium für Umwelt, Holstein.

Soulage, D. e Aujard, C. (2000), The use of noise maps for the communication to general public and professionals, *Proc. INTERNOISE 2000*, 4-2262.

Umweltbundesamt Federal Environment Agency (1998), *Umweltsituation in Österreich*, Austria.

VBEB - *Vorläufige Berechnungsmethode zur Ermittlung der Belastetenzahlen durch Umgebungslärm* (VBEB), 9 de fevereiro 2007.

World Health Organization (2018), *Environmental Noise Guidelines for the European Region* (2018), WHO - Regional Office for Europe.

ANEXO

Tabela Número estimado de pessoas expostas a diferentes gamas de valores de L_{den} , a 4m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora

	Número estimado de pessoas						
	Tráfego rodoviário		Tráfego ferroviário		Tráfego aéreo		Indústria
	IT simuladas	GIT*	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	--
$55 < L_{den} \leq 60$	23519	14815	21	0	0	0	0
$60 < L_{den} \leq 65$	23366	6567	0	0	0	0	0
$65 < L_{den} \leq 70$	19132	3786	0	0	0	0	0
$70 < L_{den} \leq 75$	2302	505	0	0	0	0	0
$L_{den} > 75$	93	89	0	0	0	0	0

* Os dados constantes nesta coluna foram estimados a partir dos MER de Odivelas, uma vez que não houve resposta à solicitação do município realizada às GIT que atravessam o seu território.

Tabela Número estimado de pessoas expostas a diferentes gamas de valores de L_n , a 4 m altura e na “fachada mais exposta”, por fonte sonora

	Número estimado de pessoas						
	Tráfego rodoviário		Tráfego ferroviário		Tráfego aéreo		Indústria
	IT simuladas	GIT*	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	--
$45 < L_n \leq 50$	24571	15740	21	0	0	0	0
$50 < L_n \leq 55$	25395	7111	0	0	0	0	0
$55 < L_n \leq 60$	15760	3239	0	0	0	0	0
$60 < L_n \leq 65$	1926	340	0	0	0	0	0
$65 < L_n \leq 70$	35	32	0	0	0	0	0
$L_n > 70$	0	0	0	0	0	0	0

* Os dados constantes nesta coluna foram estimados a partir dos MER de Odivelas, uma vez que não houve resposta à solicitação do município realizada às GIT que atravessam o seu território.