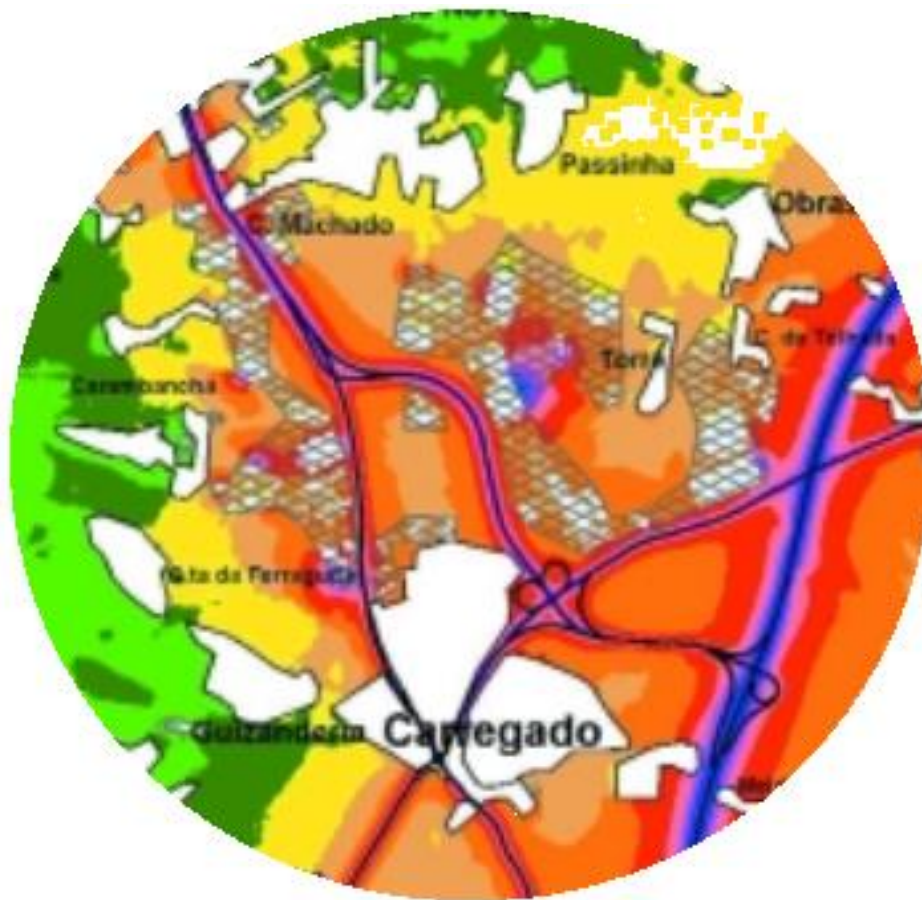




apa
agência portuguesa
do ambiente

DIRETRIZES PARA ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO



MÉTODOS CNOSSOS-EU



Ficha técnica

Título Diretrizes para elaboração de mapas de ruído - métodos CNOSSOS-EU

Autoria Agência Portuguesa do Ambiente, Departamento de Gestão Ambiental,
Divisão de Gestão do Ar e Ruído

Colaboração Câmara Municipal de Lisboa

Data de edição Novembro 2023 (versão 2)

Local de edição Amadora

Edição eletrónica em pdf

Histórico de Alterações

Versão	Lista das alterações
Agosto 2022	1. ^a edição
Novembro 2023	<p>Capítulo 1: Atualização das referências legislativas</p> <p>Capítulo 4: Adição de explicação do cálculo de população exposta/área/edifícios por LAU e por troço de estrada/ferrovia.</p> <p>Capítulo 5: Esclarecimento da produção de um MER e respetivo ficheiro GeoPackage por cada GIT/aglomeração. Inclusão, nas peças escritas, dos códigos identificadores de cada troço que compõem uma GIT rodo ou ferroviária. Retificação da nomenclatura de documentos a entregar à APA (Quadros XIV e XVII).</p>

Índice

1. Enquadramento e âmbito	5
2. Objetivos.....	7
3. Procedimento de elaboração de mapas de ruído	8
3.1 Delimitação das áreas de cálculo e de projeto	8
3.1.1 Aglomerações/Municípios	9
3.1.2 Infraestruturas de transporte.....	9
3.2 Modelo Digital de Terreno e Modelo Digital de Superfície	10
3.3 Edificado e outros obstáculos à propagação	12
3.4 Absorção do terreno/superfícies	13
3.5 Dados meteorológicos.....	14
3.6 Fontes sonoras.....	15
3.6.1 Seleção das fontes sonoras em municípios e aglomerações	16
3.6.2 Parametriação das fontes sonoras.....	16
3.6.2.1 Infraestruturas de transporte rodoviário.....	16
3.6.2.2 Infraestruturas de transporte ferroviário	21
3.6.2.3 Infraestruturas de transporte aéreo.....	26
3.6.2.4 Indústrias	30
3.7 Opções gerais de cálculo	32
3.8 Validação do resultado do mapa de ruído	34
3.9 Critérios de revisão e alteração de MER.....	35
4. Cálculo da exposição da população ao ruído ambiente exterior	36
5. Requisitos dos documentos e da informação a produzir e entregar à APA	37
5.1 Documentos a entregar à APA.....	37
5.1.1 Municípios	38
5.1.2 Aglomerações e GIT	39
5.2 Informação a partilhar entre entidades gestoras ou concessionárias de GIT e municípios	44
5.3 Requisitos específicos para informação georreferenciada de MER.....	44

1. Enquadramento e âmbito

O ruído gerado pelas atividades humanas - transportes, atividades industriais, comerciais, recreativas e outras - é a segunda maior causa ambiental de problemas na saúde humana, cujos efeitos adversos revelam-se através do *stress*, das perturbações do sono, das dificuldades na aprendizagem escolar em crianças e até nas doenças cardiovasculares.

A resposta das autoridades ambientais a este problema consubstancia-se em legislação com vista a conhecer e controlar os níveis sonoros. A nível comunitário, a Diretiva 2002/49/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de junho de 2002 - Diretiva Ruído Ambiente (DRA), estipulou que, desde 2007, os países da União Europeia estão obrigados a produzir mapas estratégicos de ruído (MER) para todas as principais rodovias, ferrovias e aeroportos, classificadas como “grandes infraestruturas de transporte” (GIT) e para os municípios com maior expressão populacional, designados de “aglomerações”, com periodicidade quinquenal. A estes MER sucedem planos de ação (PA) que contêm as medidas e ações para reduzir e gerir os problemas de ruído ambiente identificados nos mapas.

A DRA foi transposta para o direito nacional pelo Decreto-Lei n.º 146/2006, de 31 de julho entretanto alterado pelos Decreto-Lei n.º 136-A/2019, de 6 de setembro, Decreto-Lei n.º 84-A/2022, de 9 de dezembro e Decreto-Lei n.º 23/2023, 5 de abril que constituem o Regime de Avaliação e Gestão de Ruído Ambiente (RAGRA), regulamentado pela Portaria n.º 42/2023, de 9 de fevereiro.

A nível nacional, o Regulamento Geral de Ruído, publicado em 2002, adaptou-se, entretanto, aos novos indicadores de ruído europeus pela publicação do novo Regulamento Geral de Ruído (RGR) aprovado pelo Decreto-Lei n.º 9/2007, de 17 de janeiro, estabelecendo que todos os municípios devem elaborar mapas de ruído para articulação com os diferentes planos municipais de ordenamento do território.

Os mapas de ruído, municipais e estratégicos, permitem avaliar a exposição ao ruído suportando as ações de planeamento do território e constituindo a base para a elaboração de planos de ação para redução e prevenção da poluição sonora, previstos nas obrigações do RGR e do RAGRA.

Com o objetivo de estabelecer uma abordagem comum à avaliação de ruído ambiente exterior e uma metodologia operacional que permita melhorar a implementação das obrigações legais e obter dados comparáveis e consistentes sobre a exposição a ruído na Europa foram definidas metodologias comuns de cálculo de ruído por tipo de fonte sonora – rodovias, ferrovias, aeroportos e indústrias. Estes métodos, designados de *Common Noise Assessment Methods in Europe* (CNOSSOS-EU), foram publicados pela Diretiva (UE) 2015/996 da Comissão, de 19 de maio de 2015, e atualizados pela Diretiva Delegada (UE) 2021/1226 da Comissão, de 21 de dezembro 2020. Estas alterações legislativas consubstanciaram-se na versão do RAGRA atualmente em vigor.

Os métodos CNOSSOS-EU passam a ser de aplicação obrigatória a partir do quarto ciclo de aplicação do RAGRA que teve início em 2020 com a identificação das GIT rodoviário, ferroviário e aéreo e pelas aglomerações abrangidas pelas disposições do RAGRA.

De acordo com o quadro legal em matéria de ruído ambiente, compete à APA prestar apoio técnico à elaboração de mapas de ruído, obrigação que norteou a elaboração do presente documento.

As diretrizes que agora se estabelecem aplicam-se aos vários mapas de ruído previstos no quadro legal de ruído ambiente: mapas estratégicos de ruído de aglomerações e de GIT, conforme estabelecido pelo RAGRA, e mapas municipais de ruído, conforme estabelecido pelo RGR.

Estão igualmente contemplados os requisitos da Diretiva 2007/2/EC do Parlamento Europeu e do Conselho, de 14 de março - Diretiva INSPIRE - *Infrastructure for Spatial Information in the European Community*, que veio estabelecer as regras para a criação de uma Infraestrutura Europeia de Informação Geográfica, com o objetivo de promover a disponibilização de informação de natureza espacial – como é o caso dos MER -, utilizável na formulação, na implementação e na avaliação das políticas ambientais da União Europeia e que seja da responsabilidade das instituições públicas. Estes requisitos da Diretiva INSPIRE tornaram-se de aplicação obrigatória no contexto da DRA por força do Regulamento (UE) 2019/1010 do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de junho. Concretamente, dos MER extrai-se um conjunto de dados de reporte obrigatório à Comissão Europeia (CE) e que estão definidos na Decisão de Execução (UE) 2021/1967 da Comissão, de 11 de novembro.

Estas diretrizes destinam-se a ser seguidas pelas entidades competentes para a elaboração de mapas de ruído (ou por entidades a quem aquelas recorram para o efeito):

- Mapas estratégicos de ruído a elaborar pelos municípios que se constituem como aglomerações e pelas entidades responsáveis pela exploração das grandes infraestruturas de transporte;
- Mapas de ruído a elaborar pelos municípios para articulação com o Plano Diretor Municipal (PDM), com os Planos de Urbanização (PU) ou com os Planos de Pormenor (PP), adiante designados por “mapas municipais de ruído”.

Recomenda-se que estas diretrizes sejam também seguidas na elaboração de outros mapas de ruído, como é o caso de mapas elaborados no âmbito de Estudos de Impacte Ambiental.

2. Objetivos

As presentes diretrizes pretendem auxiliar a elaboração de mapas de ruído, em particular, os MER do quarto ciclo de aplicação preconizado pelo RAGRA a serem elaborados em 2022 já com os novos métodos CNOSSOS-EU e igualmente nos ciclos seguintes.

Os objetivos principais destas diretrizes são:

- Harmonizar metodologias de elaboração de mapas de ruído, em termos de cartografia base e dados de entrada, opções de cálculo, validação de resultados, apresentação gráfica e formatos compatíveis com os requisitos da Diretiva INSPIRE;
- Estabelecer a metodologia de cálculo da população exposta a ruído ambiente exterior de entre as opções previstas no CNOSSOS-EU;
- Estabelecer regras relativas ao conteúdo e ao formato dos dados a produzir e a entregar à APA para sequente reporte à Comissão Europeia.
- Estabelecer procedimentos de disponibilização/partilha da informação relativa aos MER entre entidades competentes.

3. Procedimento de elaboração de mapas de ruído

Este capítulo contém orientações metodológicas a aplicar na elaboração de mapas de ruído municipais e estratégicos.

Os mapas de ruído devem reportar-se aos indicadores L_{den} e L_n , calculados a uma altura acima do solo de 4 metros para efeito de aplicação do RAGRA e do RGR.

Os períodos de referência a que se referem os indicadores de ruído que traduzem os níveis sonoros médios de longa duração (base anual), de modo a abranger as atividades típicas humanas, são:

- Período diurno – das 7h às 20h;
- Período entardecer – das 20h às 23h;
- Período noturno – das 23h às 7h.

Os métodos de cálculo comuns de avaliação do ruído referidos no Anexo II da portaria que regulamenta o RAGRA, também designados por “métodos CNOSSOS-EU”, são obrigatórios para elaboração dos MER e fortemente recomendados para os mapas de ruído municipais, por forma a harmonizar os cálculos a nível nacional e aproximar os resultados obtidos nos dois tipos de mapas.

Estes métodos CNOSSOS-EU são recomendados para outros tipos de mapas de ruído, tais como, mapas elaborados em Estudos de Impacte Ambiental.

Na aplicação dos métodos, os dados de entrada devem refletir a realidade. Em geral, não deve recorrer-se a valores predefinidos pelos métodos ou em bibliografia para os dados de entrada nem a suposições. Contudo, em determinadas circunstâncias (inexistência de dados, custos desproporcionadamente elevados na obtenção de dados) podem ser aceites simplificações na entrada dos dados no modelo, desde que devidamente indicadas e justificadas na memória descritiva do mapa de ruído. Quanto às opções de cálculo devem também ser indicadas e justificadas na memória descritiva.

De modo a dar cumprimento à Diretiva INSPIRE, devem ser observadas as respetivas especificações técnicas explicitadas no capítulo 5 do presente documento.

3.1 Delimitação das áreas de cálculo e de projeto

A delimitação das áreas de cálculo e de projeto constituem requisitos prévios essenciais para a elaboração de mapas de ruído pois condicionam a qualidade do resultado obtido.

3.1.1 Aglomerações/Municípios

Para qualquer município, incluindo os que se consubstanciam como aglomerações¹, a área de projeto coincide com delimitação geográfica do próprio município.

A determinação da área de cálculo do mapa de ruído de um município/uma aglomeração deve ser mais ampla do que a área de projeto de modo a considerar fontes sonoras localizadas fora desta área de projeto, mas com influência sonora no município.

Assim, recomenda-se que para a área de cálculo seja estabelecida uma área em torno dos limites administrativos do município/da aglomeração cuja distância será em função das fontes sonoras com influência na área de projeto e conforme descrito nos pontos seguintes.

3.1.2 Infraestruturas de transporte

Para uma GIT rodo ou ferroviária, a área de projeto deve abranger a totalidade da extensão dos troços constantes da lista de GIT, e o início e o fim de cada via devem estar claramente marcados nos MER.

Em termos de área de cálculo, qualquer mapa de ruído de infraestruturas de transporte deve abranger a totalidade das áreas delimitadas pelas isófonas $L_{den}=55$ dB(A) e $L_n=45$ dB(A), coincidentes com os valores limite mais restritos estabelecidos no RGR.

A área de cálculo deve ser alargada de modo a abranger os limiares recomendados pela Organização Mundial de Saúde ("*Environmental Noise Guidelines for the European Region*", WHO, 2018), caso a entidade competente para a elaboração do MER opte, no âmbito do respetivo plano de ação, por apresentar estimativas do número de pessoas afetadas pelos efeitos prejudiciais do ruído ambiente na saúde – doença cardíaca isquémica, incómodo elevado e fortes perturbações no sono – conforme definido no Anexo III da portaria que regulamenta o RAGRA:

- $L_{den}=53$ dB(A) e $L_n=45$ dB(A) geradas por tráfego rodoviário;
- $L_{den}=54$ dB(A) e $L_n=44$ dB(A) geradas por tráfego ferroviário;
- $L_{den}=45$ dB(A) e $L_n=40$ dB(A) geradas por tráfego aéreo.

¹ O conceito de aglomeração encontra-se previsto no RAGRA, sendo um município com uma população residente superior a 100000 habitantes e uma densidade populacional igual ou superior a 2500 habitantes/km².

Para o caso particular das infraestruturas de transportes lineares – rodovias e ferrovias - a extensão da área de cálculo deve prolongar-se para além dos limites físicos do troço da via de modo a que as isófonas, a truncar nesses extremos, não sofram um estreitamento/encurvamento causado pela “finitude” do troço.

Para a definição da largura da área de cálculo recomenda-se:

- Para rodovias, a adoção das distâncias estabelecidas no Quadro I que consideram uma baixa densidade de obstáculos. Contudo, poderão ser reduzidas em função de uma maior densidade de obstáculos à propagação sonora;
- Para ferrovias, estabelecer uma faixa mínima de 500 metros centrada no eixo da via. Esta faixa poderá ser ajustada em função do volume de tráfego, da velocidade e da presença de obstáculos;
- Em alternativa, ou como ponto de partida para estimar a largura da área de cálculo, pode optar-se por realizar um cálculo preliminar tendo apenas em conta a morfologia do terreno e a caracterização da fonte sonora linear.

Quadro I - Distâncias máximas a considerar na definição da área de cálculo para as envolventes das infraestruturas rodoviárias

Tráfego Médio Diário Anual (TMDA)	Largura da área de cálculo centrada no eixo da via (metros)
< 5000	500
5000 - 10000	800
10000 - 20000	1100
20000 - 40000	1400
40000 - 80000	1600
80000 - 160000	1800
160000 - 300000	≥2000

Fonte: Adaptado de *Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa* (CNOSSOS-EU), de Nov 2021

3.2 Modelo Digital de Terreno e Modelo Digital de Superfície

A topografia constitui um dado de entrada essencial para uma adequada simulação da propagação e dispersão das ondas sonoras para previsão de ruído e geração de mapas de ruído já que as elevações do terreno funcionam como barreira/obstáculo à propagação das ondas sonoras.

O Modelo Digital de Terreno (MDT) é o modelo topográfico altimétrico que representa a superfície ao nível do terreno não sendo considerados valores altimétricos inerentes a vegetação, edificações e outros acidentes artificiais.

O Modelo Digital de Superfície (MDS) é o modelo topográfico altimétrico que representa a superfície considerando valores altimétricos inerentes à vegetação, às edificações e a todos os acidentes artificiais.

Os MDT e MDS podem ser obtidos a partir dos dados altimétricos, disponíveis na cartografia de base oficial ou homologada, e devem ter uma resolução espacial de 10 metros.

A cartografia topográfica a utilizar pelos organismos e serviços públicos, bem como pelas entidades concessionárias de serviços públicos, tem, obrigatoriamente, de ser cartografia oficial ou, na ausência desta, cartografia homologada pela DGT, nos termos referidos no Decreto-Lei n.º 193/95, de 28 de julho, alterado e republicado pelo Decreto-Lei n.º 130/2019, de 30 de agosto e deve constar do Registo Nacional de Dados Geográficos (RNDG) integrado no Sistema Nacional de Informação Geográfica (SNIG).

Em Portugal, a cartografia topográfica para fins de utilização pública deve ser elaborada e atualizada com base no sistema de referência:

- PT-TM06/ETRS89 (EPSG:3763) para o território continental;
- PTRAO8-UTM/ITRF93 - zona 25N (EPSG:5014) para o Grupo Ocidental do Arquipélago dos Açores;
- PTRAO8-UTM/ITRF93 - zona 26N (EPSG:5015) para o Grupo Central e Oriental do Arquipélago dos Açores, e;
- PTRAO8-UTM/ITRF93 - zona 26N (EPSG:5016) para a Madeira, Porto Santo, Desertas e Selvagens.

No *software* de simulação deve ser considerada a opção de solo relativa a topografia explícita, recomendando-se que se proceda posteriormente a uma simplificação da geometria das curvas de nível. A simplificação pode ser efetuada através das ferramentas disponíveis no *software* de simulação de previsão e mapeamento de ruído, assim como em qualquer Sistema de Informação Geográfica (SIG).

A tomada de decisões sobre as simplificações a efetuar tendo em conta o compromisso entre a otimização do tempo de cálculo e a precisão da representação dos resultados, é função das necessidades de detalhe requeridas para a cenarização sobre o ruído ambiente.

A título de exemplo, na elaboração de um MER de uma GIT rodoviário ou ferroviário, aquando da construção do modelo de previsão as simplificações a efetuar devem ter uma maior ponderação e acuidade na área de cálculo, em particular nas zonas próximas de elementos que interfiram com a propagação sonora, nomeadamente elevações, túneis ou passagens superiores e inferiores.

Já no que respeita a zonas com elevada concentração de edifícios integrados na área de cálculo de um MER de uma aglomeração, a topografia tenderá a ter menor influência do que aquela que resulta dos obstáculos à propagação das ondas sonoras criada pelos edifícios. Deste modo, nestas situações, é razoável haver um maior grau de simplificação da topografia sem perda de qualidade nos resultados apresentados no mapa.

Efetuada a cenarização para o modelo de previsão de níveis sonoros e geração de mapas de ruído, é imprescindível proceder-se a uma análise de confrontações entre o que existe na realidade e o gerado pela modelação, de forma a eliminar o que não existe e incluir o que eventualmente não esteja representado no modelo corrigindo desvios da realidade.

No que se refere às escalas de trabalho, devem ser iguais ou superiores a:

- 1:10 000 para mapas municipais de ruído para articulação com os PDM e para MER de aglomerações e de GIT;
- 1:5 000 ou outras superiores que a regulamentação própria sobre cartografia venha a definir, para mapas de ruído para articulação com PU/PP.

3.3 Edificado e outros obstáculos à propagação

Para além da orografia, os obstáculos à propagação das ondas sonoras constituem um aspeto determinante para a conceção de um modelo de previsão e mapeamento de ruído, e dizem respeito, principalmente, às edificações, muros e barreiras acústicas.

Edificações

A implantação de edifícios no terreno constitui uma barreira à propagação da onda sonora, cujos efeitos, quer sejam de redução, quer sejam de incremento do ruído, importa conhecer.

Após entrada no modelo da informação cartográfica relativa aos edifícios é necessário proceder a uma validação com vista a eliminar os elementos que não existem na realidade e a adicionar aqueles que não estão representados.

Não se dispondo da altura dos edifícios, esta pode ser obtida através de várias técnicas:

- Interpolação entre o MDT e a camada de informação (*layer*) dos edifícios.
- Atribuição da altura de acordo com o número de andares do edifício. Estes dados podem ser obtidos através dos atributos da cartografia cadastral descarregada, ou através de visitas no local, por forma a ser assumido, para uma dada zona, um número médio de pisos.

Como critério geral, presume-se que o piso térreo de qualquer edifício deve ter pelo menos 4 m de altura. Para os edifícios residenciais, a altura média de cada piso deve ser de 3 m.

Em edifícios não residenciais, a classificação dos edifícios deverá ter em conta o seu uso/ocupação, de acordo com a informação disponível nos Instrumentos de Gestão Territorial em vigor, a fim de se calcular a sua altura.

Nos mapas para articulação com PU e PP esse levantamento deve ser realizado edifício a edifício.

Barreiras acústicas

A intensidade sonora e a trajetória da propagação são alteradas com a colocação de uma barreira acústica entre o emissor e o recetor. Estas alterações ocorrem devido à interferência de mecanismos associados à propagação das ondas sonoras, tais como, a transmissão, a difração, a reflexão e a absorção.

Assim, na inserção de barreiras acústicas no modelo de simulação de níveis sonoros e geração de mapas de ruído, importa definir com exatidão a localização (coordenadas x e y) e a sua altura (coordenada z) e as características das barreiras.

Para barreiras com diferentes alturas, mas que mantêm, enquanto obstáculo à propagação sonora, continuidade de inserção no terreno, a simulação deverá ser efetuada por secções, correspondendo cada secção da barreira a uma altura diferente, a qual deverá ser simulada de forma independente.

No que respeita a barreiras colocadas em pontes ou viadutos, a altura, ou a elevação z a ser considerada na simulação dos níveis sonoros, deverá considerar como ponto de partida a altura em que se encontra o viaduto.

No que respeita às características de uma barreira implantada ou a implantar no terreno, se conhecidos os materiais exatos que a constituem devem ser introduzidos diretamente no *software* de simulação os valores de absorção diferenciados por bandas de oitava ou bandas de 1/3 de oitava. Para as situações em que apenas é conhecido o tipo de barreira (barreira refletora, absorvente, ou mista) e o tipo de material de que é constituída, devem ser adotados valores padrão em função dos tipos de barreiras e dos materiais de que são constituídas.

Atendendo às particularidades de inserção dos dados de entrada nos diferentes *softwares* de previsão dos níveis sonoros, a memória descritiva do mapa de ruído deve identificar a metodologia utilizada para a definição das características acústicas das barreiras e justificar adequadamente a sua utilização.

3.4 Absorção do terreno/superfícies

A atenuação devido ao efeito do solo resulta, sobretudo, da interferência entre o som refletido e o som que se propaga diretamente da fonte para o recetor. Está fisicamente ligado à absorção acústica do solo acima do qual se propaga a onda sonora.

As propriedades de absorção acústica do solo estão sobretudo ligadas à porosidade deste. Os terrenos compactos são geralmente refletores e os terrenos porosos absorventes. A absorção acústica de um solo representa-se por um coeficiente adimensional G, que varia entre 0 (refletor) e 1 (absorvente). No Quadro II apresenta-se a variação de G em função das tipologias de solo mais ou menos compactos.

Quadro II – Valores de G para diversos tipos de solo ou superfície

Descrição	Tipo	Valor de G
Muito brandos (nevados ou musgosos)	A	1
Cobertos florestais brandos (charnecas rasteiras densas ou musgos espessos)	B	1
Solos não-compactados soltos (turfeiras, erva, solos soltos)	C	1
Solos não-compactados normais (cobertos florestais, pastagens)	D	1
Gravilhas e campos compactados (parques recreativos e relvados compactados)	E	0,7
Solos compactados densos (estradas de gravilha e parques de estacionamento)	F	0,3
Superfícies rígidas (a maioria dos asfaltos e betões)	G	0
Superfícies muito rígidas e muito densas (asfaltos e betões densos, água)	H	0

Fonte: Adaptado do Quadro 2.5.a do CNOSSOS-EU

As características de absorção acústica do solo/superfícies das diferentes zonas do território que se incluem no modelo devem ser descritas de maneira adequada. Uma metodologia possível é, a partir da carta de uso e ocupação do solo (COS), fazer corresponder a ocupação às características acústicas do solo. Esta carta pode ser obtida no SNIG (<https://snig.dgterritorio.gov.pt>) com detalhe compatível com escala de trabalho 1:10 000.

Quando, na área de cálculo, não existam tipologias de terreno/superfícies muito diferentes, pode introduzir-se no modelo um único valor global para o coeficiente G. Caso contrário, deve introduzir-se um valor de coeficiente G por cada zona de terreno ou superfície significativamente extensa.

3.5 Dados meteorológicos

A atenuação, em dB, devida à absorção atmosférica, A_{atm} , durante a propagação ao longo de uma distância d , depende da temperatura, humidade relativa e pressão atmosférica.

Especialmente em condições de campo aberto em áreas extensas, ou com recetores ou fontes sonoras em altura, a consideração dos efeitos meteorológicos torna-se determinante para a propagação da onda sonora e obtenção de resultados rigorosos, pelo que devem ser utilizados, sempre que disponíveis, dados meteorológicos detalhados do local (médias anuais da temperatura e da humidade relativa do ar e de pressão atmosférica, e ainda velocidade e direção do vento).

No âmbito do cálculo da propagação de ruído gerado por fontes industriais e transporte terrestre (tráfego rodoviário e ferroviário e operações em terra em aeroportos) (ponto 2.5.1 do CNOSSOS), após conhecidas as características da fonte, o método prevê o nível sonoro contínuo equivalente num ponto de receção, para dois tipos de condições atmosféricas:

- Condições de propagação com refração descendente entre a fonte e o recetor (a velocidade efetiva das ondas sonoras aumenta com a altitude na direção da propagação, e os raios sonoros curvam-se para o solo). Estas condições causam, geralmente, níveis sonoros mais elevados no recetor do que as condições atmosféricas ditas "homogéneas", pelo que se designam de "condições favoráveis" à propagação. É necessário conhecer a percentagem do tempo p , em que ocorrem condições favoráveis à propagação (na direção fonte-recetor) numa base anual;
- Condições atmosféricas "homogéneas" em toda a zona de propagação (a velocidade efetiva das ondas sonoras é considerada constante em todas as direções e em qualquer ponto da propagação); sob estas condições, os raios sonoros são segmentos retos.

O método de cálculo não fornece resultados em condições de propagação com refração ascendente (gradiente vertical negativo da velocidade do som efetiva), mas, ao calcular-se L_{den} , utilizam-se condições homogéneas como aproximação.

Na inexistência dos dados relativos aos parâmetros meteorológicos nos formatos solicitados pelo modelo de cálculo utilizado, recomenda-se a adoção das seguintes percentagens de ocorrência média anual de condições meteorológicas favoráveis à propagação do ruído já mencionadas na anterior versão deste documento:

- Período diurno 50%
- Período entardecer 75%
- Período noturno 100%

No âmbito da descrição geral de um aeroporto (ponto 2.7.6 do CNOSSOS), são necessários parâmetros meteorológicos médios anuais no ponto de referência do aeroporto ou próximo deste ponto (temperatura e humidade relativa do ar, velocidade média e direção do vento). Os aeroportos nacionais possuem estação meteorológica própria, sendo os dados tratados pelo IPMA.

3.6 Fontes sonoras

O levantamento e a caracterização das fontes sonoras a considerar são dados de entrada essenciais num modelo de previsão de níveis sonoros.

3.6.1 Seleção das fontes sonoras em municípios e aglomerações

Os mapas municipais de ruído para articulação com o PDM, bem como os MER de aglomerações, devem resultar da contribuição de quatro tipos de fontes sonoras, se existentes: tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e fontes fixas (principalmente, indústrias).

Assim, estes mapas devem incluir, pelo menos, as seguintes fontes, sem prejuízo de se poderem também incluir outras em função da correspondente hierarquização de importância face à densidade e proximidade de recetores sensíveis:

- As rodovias cujo tráfego médio diário anual (TMDA) ultrapasse 8 000 veículos e todas as rodovias que confluem com estes eixos;
- As ferrovias, incluindo as linhas da rede principal e complementar, o metropolitano de superfície, com 30 000 ou mais passagens de comboios por ano;
- Todos os aeroportos e aeródromos;
- As indústrias abrangidas pelos procedimentos de Avaliação de Impacte Ambiental e/ou de Prevenção e Controlo Integrados de Poluição ou também

3.6.2 Parametrização das fontes sonoras

A parametrização das fontes sonoras consiste no estabelecimento dos valores para os dados de entrada no modelo de modo a simular o ruído gerado pelo seu funcionamento.

3.6.2.1 Infraestruturas de transporte rodoviário

Classificação de veículos

No Quadro III são indicadas e descritas as cinco categorias de emissão sonora de veículos rodoviários, previstas no método CNOSSOS-EU, bem como as correspondentes categorias na homologação CE.

Quadro III – Categorias de emissão sonora de veículos rodoviários

Categoria	Tipo de veículo	Descrição	Categoria de veículo na homologação CE de veículos completos ⁽¹⁾
1	Veículos a motor ligeiros	Automóveis, furgonetas ≤ 3,5 t, SUV, MPV, incluindo reboques e caravanas	M1 e N1
2	Veículos pesados médios	Veículos pesados médios, furgonetas > 3,5 t, camionetas e autocarros, autocaravanas etc. com dois eixos e pneus duplos no eixo da retaguarda	M2, M3, N2 e N3
3	Veículos pesados	Veículos pesados, autocarros de turismo, camionetas e autocarros com três ou mais eixos	M2 e N2 com reboque, M3 e N3
4	Veículos a motor de duas rodas	4a Ciclomotores de duas, três e quatro rodas	L1, L2, L6
		4b Motociclos com ou sem carro lateral, triciclos e quadriciclos	L3, L4, L5, L7
5	Categoria aberta	A definir em função das necessidades futuras.	ND

(1) Diretiva 2007/46/CE do Parlamento Europeu e do Conselho de 5 de setembro de 2007

Fonte: Quadro 2.2.a do CNOSSOS-EU

Na eventualidade de, para determinadas rodovias, não estarem ainda disponíveis dados de tráfego que permitam distinguir as diferentes categorias de veículos estabelecidas pelo CNOSSOS-EU, recomenda-se a escolha das opções que melhor se apliquem às vias em causa, nomeadamente:

- Distribuir o total de pesados em 50% na categoria 2 e 50% na categoria 3;
- Considerar proibições de circulação vigorantes em determinadas vias, por exemplo, de veículos pesados (categorias 2, 3 ou ambas) em determinados dias/horários, de ciclomotores (categoria 4a).

Fluxo de tráfego

Os dados de tráfego a serem introduzidos na simulação são os valores de Tráfego Médio Horário (TMH) para cada uma das categorias de veículos mencionadas no ponto anterior e para cada um dos períodos de referência diurno, entardecer e noturno.

Esses dados, no caso de MER de GIT rodoviário ou de infraestruturas de tráfego rodoviário em aglomerações, reportam-se ao ano de referência do ciclo quinquenal estabelecido no RAGRA. No caso específico dos próximos MER a serem elaborados - exercício referente ao 4.º ciclo de planeamento do RAGRA - o ano de referência do tráfego é o ano de 2021. No caso de mapas municipais de ruído, os dados de tráfego reportam-se ao ano pretendido para o exercício de diagnóstico e/ou de planeamento.

Velocidade de circulação

Nos casos em que não se encontrem disponíveis dados de velocidade média de circulação devem ser consideradas as velocidades máximas de circulação na rodovia em questão, para cada tipo de veículo.

Semáforos e rotundas

O método CNOSSOS-EU considera (ponto 2.2.5) a aplicação de determinadas correções de forma a atender ao efeito da aceleração e da desaceleração dos veículos, antes e depois dos cruzamentos e entroncamentos com semáforos e das rotundas.

Tal implica que seja incluída a identificação espacial destas estruturas, a qual, para o caso dos semáforos, poderá não estar disponível, implicando um reconhecimento *in situ*, o que requer um significativo dispêndio de tempo em particular nas aglomerações. Neste caso, atendendo aos resultados de um estudo apresentado no documento "*Transitioning to Strategic Noise Mapping under CNOSSOS-EU (Noise-Adapt)*", *Environmental Protection Agency, Ireland, June 2021*, que indica, em determinados pontos com semaforização numa aglomeração, uma melhor convergência dos valores medidos com os simulados sem as referidas correções e, não sendo conhecidos outros estudos de idêntico âmbito, considera-se aceitável que os semáforos possam não ser incluídos no MER de tráfego rodoviário de aglomerações, bem como nos mapas municipais de ruído.

Piso rodoviário

No Quadro IV indicam-se os tipos e descrição dos pisos rodoviários (camada de desgaste) incorporados no método CNOSSOS-EU.

Quadro IV – Tipos de pisos incorporados no método CNOSSOS-EU

Tipo de piso	Descrição
Superfície de referência	Betão betuminoso denso 0/11 e mistura betuminosa SMA (<i>stone mastic asphalt</i>) 0/11
ZOAB monocamada	Betão betuminoso muito aberto (poroso) monocamada
ZOAB bicamada	Betão betuminoso muito aberto (poroso) bicamada
ZOAB bicamada fina	Betão betuminoso muito aberto (poroso) bicamada (camada superior fina)
SMA-NL5	Mistura betuminosa SMA 0/5 (com pedras de, no máximo, 5 mm)
SMA-NL8	Mistura betuminosa SMA 0/8 (com pedras de, no máximo, 8 mm)
Betão escovado	Betão escovado
Betão escovado otimizado	Betão escovado otimizado
Betão penteado fino	Betão penteado fino
Superfície trabalhada	Com tratamento extra na superfície
Elementos rígidos em espinha	Blocos dispostos em espinha
Elementos rígidos não dispostos em espinha	Blocos não dispostos em espinha
Elementos rígidos silenciosos	Blocos silenciosos
Camada fina A	Mistura betuminosa-camada fina Tipo A
Camada fina B	Mistura betuminosa-camada fina Tipo B

Fonte: Adaptado do Quadro F-4 do CNOSSOS-EU e da Tabela 9 do *Guía básica de recomendaciones para la aplicación de los métodos comunes de evaluación del ruido en Europa* (CNOSSOS-EU), de Nov 2021

No Quadro V é estabelecida uma equivalência entre tipo de pisos existentes em Portugal e os definidos no método CNOSSOS-EU.

Quadro V – Equivalência entre os pisos existentes em Portugal e os do método CNOSSOS-EU

CNOSSOS-EU	Infraestruturas de Portugal	
Designação	Designação	Observações
Superfície de Referência	AC14 surf ligante (BB) ⁽¹⁾	A superfície de referência da IP não corresponde à do CNOSSOS-EU
ZOAB monocamada	PA 12,5 ligante betão betuminoso drenante 03.2.4.2 (BBd)	A correspondência aproximada para o CETO ⁽²⁾ da ex-EP será uma mistura em betão betuminoso drenante em camada simples
ZOAB bicamada		A correspondência aproximada para o CETO da ex-EP será uma mistura em betão betuminoso drenante em camada dupla - a execução em camada dupla é uma metodologia não utilizada na rede da IP
ZOAB bicamada fina		A correspondência aproximada para o CETO da ex-EP será uma mistura em betão betuminoso drenante em camada dupla ("mais fina") - a execução em camada dupla é uma metodologia não utilizada na rede da IP
SMA - NL5	SMA5 surf	A correspondência aproximada da designação da camada de desgaste encontra-se exclusivamente adaptada à mistura betuminosa que mais se assemelha a esta, não tendo em consideração as camadas de desgaste do tipo SMA mais utilizadas em Portugal
SMA - NL8	SMA8 surf	
Betão Escovado	Camada de desgaste em betão (03.6.4)	Estas camadas têm uma correspondência aproximada com as camadas de desgaste em betão (03.6.4) do CETO da ex-EP com diferentes texturas resultantes de diferentes tipos de acabamentos dados à superfície do pavimento de betão. De uma forma geral não são usadas nas estradas
Betão Escovado otimizado		
Betão penteado fino		
Superfície trabalhada		
Elementos rígidos em espinha	Blocos de betão (03.6.4.4)	A correspondência mais aproximada com o CETO será a de pavimentos executados com elementos rígidos (blocos de betão) dispostos em diferentes padrões
Elementos rígidos não dispostos em espinha		
Elementos rígidos silenciosos		
Camada fina A	AC10 surf ligante microbetão rugoso - 03.2.4.3 (mBBr)	A correspondência aproximada da designação da camada de desgaste encontra-se adaptada à mistura betuminosa que mais se assemelha a esta designação no CETO da ex-EP, não tendo em consideração as camadas de desgaste mais utilizadas em Portugal
Camada fina B ⁽³⁾	MBA-BBA (03.2.4.6) - Mistura betuminosa aberta com betume modificado com alta percentagem de borracha e MBR-BBA (03.2.4.7) - Mistura betuminosa rugosa com betume modificado com alta percentagem de borracha	

(1) O piso AC14 surf ligante (BB) tem correspondência aproximada com o piso Betão betuminoso denso referido na superfície de referência do CNOSSOS-EU.

(2) CETO – Caderno de Encargos Tipo Obra

(3) Encontram-se em fase experimental de execução e avaliação de desempenho misturas com adição de borracha que poderão contribuir para a mitigação de ruído e integrar o quadro em fase posterior.

Fonte: Infraestruturas de Portugal, IP

No Quadro VI é estabelecida uma equivalência entre alguns dos pisos definidos no método interino NMPB 96, anteriormente utilizado em Portugal, e no método CNOSSOS-EU.

Quadro VI - Equivalência entre pisos definidos no método interino NMPB 96 e no método CNOSSOS-EU

Tipos de piso no método CNOSSOS-EU	Tipos de piso no método interino NMPB 96
SMA-NL8	Asfalto suave
Betão penteado fino	Betão e asfalto ondulado
Elementos rígidos em espinha	Paralelepípedos/blocos de textura suave
Elementos rígidos não dispostos em espinha	Paralelepípedos/blocos de textura rugosa
Camada fina A	Superfície porosa

Fonte: "Develop and Implement Harmonised Noise Assessment Methods. Process Applied to Establish CNOSSOS-EU/National Method Equivalence for Road Source data", disponível no CIRCABC (Communication and Information Resource Centre for Administrations, Businesses and Citizens) da Comissão Europeia.

3.6.2.2 Infraestruturas de transporte ferroviário

Para definir corretamente as características acústicas de uma infraestrutura de transporte ferroviário (ITF) é necessário ter informação sobre as variáveis "Veículos" e "Classificação das vias e da estrutura de suporte".

Veículos

Para efeitos do método CNOSSOS-EU define-se «veículo» como sendo qualquer subunidade ferroviária de um comboio (normalmente uma locomotiva, uma carruagem automotora, uma carruagem rebocada ou um vagão de mercadorias) que possa ser movimentada de modo independente e ser separada do resto do comboio. Em determinadas circunstâncias, pode haver subunidades de um comboio que façam parte de um conjunto não separável, por exemplo quando compartilhem um *bogie*. Para efeitos deste método de cálculo, essas subunidades são agrupadas num veículo único.

Considera-se ainda para efeitos de aplicação deste método que um comboio consiste numa série de veículos acoplados.

Tipos de veículos

Quadro VII - Classificação e descritores dos veículos ferroviários

Número	1	2	3	4
Descritor	Tipo de veículo	Número de eixos por veículo	Tipo de freio	Medida aplicada às rodas
Explicação do descritor	Letra identificativa do tipo de veículo	Número efetivo de eixos	Letra identificativa do tipo de freio	Letra identificativa do tipo de medida de redução do ruído
Possíveis descritores	h veículo de alta velocidade (>200 km/h)	1	c cepos de ferro fundido	n nenhuma medida
	m carruagem automotora	2	k cepos de metais sinterizados ou compósitos	d amortecedores de ruído
	p carruagem rebocada	3	n frenagem sem cepos, nomeadamente por discos, tambores ou efeito magnético	s painéis
	c carruagem automotora ou carruagem não-automotora de elétrico urbano ou de metropolitano ligeiro	4		o outra
	d locomotiva diesel	etc.		
	e locomotiva elétrica			
	a qualquer veículo de mercadorias genérico			
	o outro (veículos de manutenção etc.)			

Fonte: Quadro 2.3.a do CNOSSOS-EU

Fluxo de tráfego

A intensidade do tráfego ferroviário tem de ser conhecida em cada um dos três períodos de referência, diurno, entardecer e noturno.

Em cada troço de via e para cada um dos períodos de referência, é necessário determinar o número de veículos de cada tipo, expresso em número médio de veículos por hora. Obtém-se este número dividindo o número de veículos que circulam num determinado período pela duração deste em horas (por exemplo, 24

veículos nas 3 horas do período entardecer corresponde a 8 veículos por hora). Devem considerar-se todos os tipos de veículos que circulam em cada troço de via.

A entidade responsável pela ITF deve assim fornecer dados sobre:

- Tráfegos totais, em número de comboios, por tipologia de comboio (n.º e tipo de veículos que o compõem) e período de referência;
- Composição detalhada de cada tipologia de comboio;
- Velocidade máxima por tipologia de comboio.

Deve ainda, em relação à via, fornecer dados sobre:

- Tipologia da via;
- Velocidade máxima da via nos diferentes troços.

Velocidade

Na definição da velocidade de circulação dos diferentes comboios numa determinada via é necessário ter em conta, quer a velocidade máxima a que pode circular cada comboio, quer a velocidade máxima que a via, em cada um dos seus troços, permite alcançar. Assim, dependendo das características de cada troço de via (por ex. curvatura, viaduto, entrada ou saída de estação) a velocidade do comboio é limitada à velocidade a ser cumprida nesse troço de via.

Ruído de tração

O ruído de tração é específico para cada condição de funcionamento. As condições modeladas são as relativas:

- A velocidade constante, válida também para desaceleração e aceleração;
- Ao *ralenti* (comboios parados com os motores em funcionamento).

Classificação das vias e da estrutura de suporte

Os tipos de vias considerados no método CNOSSOS-EU são enumerados no Quadro VIII.

Quadro VIII - Descrição dos tipos de vias ferroviárias

Número	1	2	3	4	5	6
Descritor	Assentamento da via	Rugosidade da cabeça do carril	Tipo de palmilha de carril	Medidas adicionais	Juntas entre carris	Curvatura
Explicação do descritor	Tipo de assentamento da via	Indicador de rugosidade	Indicação da «rigidez dinâmica»	Letra identificativa do dispositivo acústico	Existência de juntas e espaçamento	Indicação do raio de curvatura, em metros
Códigos admitidos	B	E	S	N	N	N
	balastro	manutenção boa e muito liso	baixa rigidez (150-250 MN/m)	nenhuma	nenhuma	via direita
	S	M	M	D	S	L
	via assente em laje de betão	manutenção normal	rigidez média (250-800 MN/m)	amortecedor de ruído	junta ou agulha únicas	reduzida (1 000-500 m)
	L	N	H	B	D	M
	ponte com balastro	manutenção insuficiente	rigidez elevada (800-1 000 MN/m)	barreira baixa	duas juntas ou agulhas por 100 m	média (menos de 500 m e mais de 300 m)
	N	B		A	M	H
	ponte sem balastro	sem manutenção e em mau estado		placa de absorção em via assente em laje de	mais de duas juntas ou agulhas por 100 m	elevada (menos de 300 m)
	T			E		
via embebida			carril embebido			
O			O			
outro			outras			

Fonte: Quadro 2.3.a do CNOSSOS-EU

Os elementos das vias que mais influenciam a emissão de ruído ferroviário são os seguintes: rugosidade da cabeça do carril, rigidez das palmilhas de carril, assentamento da via, juntas entre carris e raio de curvatura da via.

Para cada troço de via², é necessária, pelo menos, a configuração dos parâmetros descritos nos subtítulos seguintes:

² «troço de via» é definido como sendo uma parte de uma via única, numa linha férrea, estação ou parque de material circulante, na qual os componentes básicos e as propriedades físicas da via se mantêm.

Função de transferência do veículo, via e superestrutura

Refere-se ao tipo de base da via - travessas mono-bloco, bi-bloco ou de madeira - e à palmilha de carril - rigidez baixa, média ou elevada.

No Quadro G-3 do Apêndice G do CNOSSOS-EU são indicados os coeficientes a aplicar.

Rugosidade da roda e do carril

A rugosidade das superfícies da roda e do carril é a principal fonte de ruído para velocidades entre 60 e 250 km/h, abaixo de 60 km/h predomina o ruído da própria maquinaria incorporada no comboio e acima de 250 km/h a componente aerodinâmica é a principal.

No Quadro G-1 do Apêndice G do CNOSSOS-EU são indicados os coeficientes a aplicar dependendo do tipo de freio dos veículos e da manutenção boa (muito liso) ou normal (liso) dos carris. No caso de não ser conhecido o estado de manutenção, recomenda-se a escolha do estado "normal".

Ruído de impacto (proveniente dos cruzamentos, agulhas e junções)

Pode ser gerado ruído de impacto nos cruzamentos, nas agulhas e nas juntas dos carris. A intensidade deste ruído é variável, podendo exceder a do ruído de rolamento.

No caso das vias cujos carris estejam unidos por juntas deve considerar-se o ruído de impacto.

A modelação do ruído de impacto não deve efetuar-se:

- Em troços de via nos quais a velocidade seja inferior a 50 km/h (inferior a 30 km/h no caso dos elétricos urbanos e do metropolitano ligeiro), dado que esses efeitos já são considerados na modelação de ruído de rolamento;
- Na condição de funcionamento ao *ralenti*.

No Quadro G-4 do Apêndice G do CNOSSOS-EU são indicados os coeficientes a aplicar por agulha, junta ou cruzamento.

Chiado

O chiado em curva é uma fonte de ruído especial unicamente associada às curvas, sendo portanto um ruído localizado. Este chiado depende geralmente da curvatura, das condições de fricção, da velocidade do comboio e da geometria e dinâmica do conjunto roda-carril. Uma vez que pode ser significativo, é necessário descrevê-lo convenientemente.

Contudo, caso não se disponha de valores medidos, pode optar-se por uma abordagem simplificada, na qual se tem em conta o ruído de chiado adicionando ao espetro do nível de potência sonora de ruído de rolamento, em todas as frequências, os acréscimos constantes do Quadro IX.

Quadro IX – Acréscimos ao nível de potência sonora do ruído de rolamento

Tipo de transporte ferroviário	Correções
Comboios	curvas com $300 \text{ m} < R \leq 500 \text{ m}$ e $l_{\text{track}} \geq 50 \text{ m}$: +5 dB
	curvas com $R \leq 300 \text{ m}$ e $l_{\text{track}} \geq 50 \text{ m}$: +8 dB
	agulhas de desvio com $R \leq 300 \text{ m}$: +8 dB
	outros casos: 0 dB
Elétricos urbanos	curvas e agulhas de desvio com $R \leq 200 \text{ m}$: +5 dB
	outros casos: 0 dB

l_{track} = comprimento de via em curva e R é o raio da curva

Correção da radiação estrutural (pontes e viadutos)

Quando a via estiver sobre uma ponte ou viaduto é necessário ter em conta o ruído adicional gerado pela vibração da ponte/viaduto em resultado da passagem do comboio.

As diferentes e complexas formas de cada ponte, não permitem a fácil modelação da sua emissão do ruído como fonte adicional, podendo assim considerar-se um aumento do ruído de rolamento incorporando um aumento fixo do nível de potência sonora por banda de terço de oitava, para representar o ruído da ponte.

Para tal, habitualmente os *softwares* de simulação permitem indicar se um troço de via está sobre uma ponte e que tipo de ponte, aplicando automaticamente as correspondentes penalizações, em caso necessário.

3.6.2.3 Infraestruturas de transporte aéreo

O método CNOSSOS-EU aplicável a aeronaves está alinhado com o método ECAC doc. 29, Volume 2, 4.^a edição de 2016, que constituía a última atualização ao método interino previamente estabelecido pela DRA e adotado em Portugal (ECAC doc. 29, Volume 2, 1997).

Dados de entrada

O ruído gerado por uma aeronave a aterrar ou a descolar num aeroporto que é sentido na envolvente dessa infraestrutura e no início/fim de cada rota depende de muitos fatores. Os principais são o tipo de aeronave e o tipo de motor, os procedimentos de gestão da potência dos motores, da posição dos *flaps* e da velocidade em relação ao ar na própria aeronave, a distância dos pontos em causa à trajetória de voo, a topografia local e as condições meteorológicas verificadas (ver Quadro X).

A fonte principal de dados relativos ao ruído gerado pelas aeronaves é a base de dados internacional de ruído e desempenho das aeronaves (ANP) que inclui, para cada aeronave e tipo de operação (descolagem ou aterragem), as relações ruído-potência-distância (*noise-power-distance*, NPD) num segmento de voo retilíneo a



uma velocidade de referência, em condições atmosféricas de referência especificadas e numa configuração de voo especificada.

Quadro X - Principais dados de entrada para modelação de ruído em aeroportos (Apêndice A do CNOSSOS-EU)

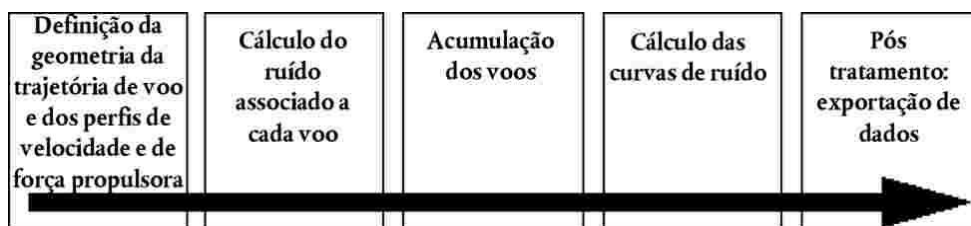
Tipo de dados	Descrição dos dados
A1. Dados aeroportuários gerais	>Designação do aeroporto >Sistema de coordenadas >Ponto de referência do aeroporto (PRA, corresponde às coordenadas do ponto médio da pista principal) >Altitude do PRA >Temperatura do ar, humidade relativa, direcção e velocidade média do vento (médias anuais) no ou junto do PRA, por período de referência
A2. Descrição da(s) pista(s)	>Designação da pista >Coordenadas de início e fim da pista >Coordenadas de início da rolagem para descolagem >Coordenadas da cabeceira da pista de aterragem >Altitude do início da pista >Declive médio da pista
A3. Dados da rota no solo (<u>na falta de dados de radar</u>)	>N.º da rota >Designação da rota >Pista de proveniência >Tipo de rota (partida ou chegada) >Desvio em relação ao início da rolagem (para partidas) ou desvio da cabeceira em relação à pista de aterragem (<i>landing threshold</i>) >N.º de sub-rotas (recomendado pelo menos 6, ver 2.7.11 do CNOSSOS-EU) >Descrição da rota central (discriminando os segmentos retos e curvilíneos, e a dispersão lateral no final de cada segmento*) <small>*ver Apêndice C do CNOSSOS-EU; Uma hipótese simplificadora geral, mesmo nas aplicações mais elaboradas, consiste em considerar que, no tocante à dispersão lateral da trajetória de voo, os perfis e configurações de voo de todas as sub-rotas são idênticos aos da rota central.</small> >Ângulo de planeio nas rotas de aproximação e altitude de voo na interceção com a rampa de planeio
A4. Tráfego aéreo por rota	>N.º anual de movimentos por cada (tipo de) aeronave e por período de referência, para cada rota e por tipo de operação; para as descolagens, nº de movimentos por peso à descolagem (<i>stage lenght</i>)
A5. Dados relativos aos procedimentos de voo, por aeronave	>Designação da aeronave >Identificador NPD da base de dados ANP >N.º de motores >Modo de operação (partida ou chegada) >Massa real da aeronave (ton) >Vento frontal (m/s) >Temperatura (°C) >Elevação do aeroporto (m) >Descrição dos vários segmentos de voo considerados (distância ao ponto de referência*[m], altura [m], velocidade em relação ao solo [potência dos motores consoante fase do voo**, deflexão de <i>flaps</i>) <small>*Ponto de referência é o início da rolagem para descolagem (nas partidas) ou cabeceira da pista de aterragem (nas chegadas)</small> <small>**Classificação dos segmentos: rolagem para descolagem, subida a velocidade constante, redução de potência (segmento de transição), subida em aceleração com ou sem recolha dos flaps, descida com ou sem desaceleração e/ou extensão dos flaps, aproximação final para aterragem (ver Apêndice B do CNOSSOS-EU)</small>

Princípio da segmentação da trajetória

A geração das isófonas finais (mapa de ruído) resulta da contribuição sonora das várias operações simuladas, nas quais as respetivas trajetórias são segmentadas em função da potência do motor da aeronave durante as várias fases da configuração do voo. Assim, a cada segmento da trajetória corresponde um nível sonoro no ponto recetor situado por baixo dessa trajetória que é função da potência do motor (considerada constante nesse segmento) e da distância menor da aeronave, nesse segmento, ao ponto recetor. É possível subdividir os segmentos da subida inicial e os segmentos da aproximação final, já que a geometria dos segmentos em relação ao recetor altera-se rapidamente ao longo dos segmentos de voo na subida inicial e na aproximação final, em especial no tocante aos pontos de observação situados para os lados da trajetória de voo.

As isófonas vão sendo geradas simplesmente repetindo os cálculos, tantas vezes quantas as necessárias, para os diversos movimentos de aeronaves (Figura I).

Figura I - Processo de geração das isófonas



Fonte: Figura 2.7.a do CNOSSOS-EU

Qualidade dos dados e simplificações

Na aplicação do método, os dados utilizados devem refletir a realidade, pelo que quanto mais detalhado for o modelo criado, maior fiabilidade terão os resultados. Em geral, não deve recorrer-se a hipóteses ou valores predefinidos.

Em particular, devem utilizar-se trajetórias de voo definidas a partir de dados de radar que sirvam para esse efeito, sempre que tais dados existam e tenham qualidade suficiente. Contudo, são aceitáveis hipóteses e valores predefinidos — por exemplo, para estabelecer modelos de rotas em vez de definir trajetórias de voo a partir de dados de radar — se a obtenção dos dados reais implicar custos desproporcionadamente elevados. Não é este o caso dos aeroportos de Lisboa e Porto que se constituem como GIT aéreo no 4.º ciclo de aplicação do RAGRA e que dispõem de dados de radar. É boa prática admitir determinadas simplificações e excluir os acontecimentos sem significado em termos de ruído total, maximizando a eficiência do processo de construção do modelo previsional. Assim, no que respeita a trajetórias, é suficiente considerar apenas os segmentos que determinam o nível sonoro do acontecimento/voo no ponto de cálculo.

Quanto aos dados de tráfego, as aeronaves são geralmente agrupadas em classes/categorias conforme as suas características de emissão sonora, de acordo

com determinados critérios que incluem o tipo de propulsão (jacto, turbo-fan ou turbo-hélice), o número de motores, o *by-pass ratio* dos motores, o peso máximo à descolagem (MTOW) e tipo de utilização (comercial, militar ou aviação geral). Assim, regra geral, o modelo de um movimento representa um subconjunto do tráfego total do aeroporto, ou seja, uma série de movimentos considerados idênticos, com o mesmo tipo de aeronave, o mesmo peso e os mesmos procedimentos operacionais, ao longo de uma rota no solo única.

Caso as circunstâncias o justifiquem, a contribuição sonora da circulação de aeronaves em pista, dos ensaios de motores, da utilização de unidades auxiliares de energia, da utilização de helicópteros, e de outras atividades associadas à atividade aeronáutica, podem ser avaliadas conforme se descreve nos pontos 2.7.21 e 2.7.22 do CNOSSOS-EU.

Em qualquer caso, é necessário que todas as simplificações adotadas na criação do modelo sejam devidamente fundamentadas com base no tratamento estatístico dos dados de radar (para o caso das GIT aéreo) ou, na sua falta, de outros dados de gestão aeroportuária disponíveis.

3.6.2.4 Indústrias

Para definir as características acústicas de uma fonte de ruído industrial, será necessário recolher informação, pelo menos, das seguintes variáveis:

Classificação dos tipos de fontes

As fontes industriais são de dimensão muito variável. Podem ser grandes unidades industriais ou pequenas fontes, tais como as máquinas de uma fábrica, sendo por isso necessário utilizar uma técnica de modelação adequada à fonte específica em avaliação.

Consoante as dimensões de cada fonte pertencente a uma instalação industrial e o modo como essas fontes se distribuem no terreno, podem associar-se-lhes modelos de fontes pontuais, fontes lineares ou fontes planas (em área).

Geralmente, e sem prejuízo dos detalhes referidos no subtítulo seguinte, qualquer fonte industrial que não tenha grandes dimensões ou que se encontre a uma elevada distância dos recetores, pode simular-se como fonte pontual, sendo exemplos as bombas, unidades exteriores de ar condicionado, válvulas, ventiladores, etc.. As fontes em linha representam fontes de ruído que têm uma morfologia claramente linear, tais como cintas transportadoras, condutas de transporte tubular, zonas de veículos em movimento, etc.. As fontes planas (em área), horizontais ou verticais, estão orientadas para a simulação de grandes fontes industriais, como podem ser naves industriais, grandes caldeiras de combustão industrial, etc..

Número e localização das fontes sonoras equivalentes

Estabelecem-se modelos de fontes sonoras reais recorrendo a fontes sonoras equivalentes, representadas por uma ou mais fontes pontuais, de modo que o nível

de potência sonora total da fonte real corresponda à soma dos níveis de potência sonora atribuídos a cada uma das fontes pontuais.

As regras gerais a aplicar na definição do número de fontes pontuais a utilizar são as seguintes:

- No caso de fontes lineares ou de fontes planas cuja maior dimensão seja inferior a metade da distância entre a fonte e o recetor, podem modelar-se como uma só fonte pontual;
- No caso de fontes, cuja maior dimensão exceda metade da distância entre a fonte e o recetor, podem modelar-se como uma série de fontes pontuais incoerentes dispostas em linha ou como uma série de fontes pontuais incoerentes espalhadas numa superfície, de modo que a condição da metade da distância seja cumprida por cada fonte utilizada. A distribuição numa superfície pode compreender fontes pontuais distribuídas em altura;
- No caso de fontes cuja maior dimensão em altura exceda 2 m ou se se encontram próximas do solo, é necessário ter especial cuidado com a altura da fonte. A duplicação do número de fontes e a distribuição das fontes suplementares apenas na componente z podem não melhorar significativamente os resultados para este tipo de fontes;
- A duplicação do número de fontes nas superfícies da fonte (em todas as dimensões) pode não melhorar significativamente os resultados, seja qual for o tipo de fonte.

A localização das fontes sonoras equivalentes não pode ser predefinida, dado o grande número de configurações que as instalações industriais podem ter. Normalmente, aplicam-se boas práticas.

Nível de potência sonora

Para as várias fontes, tem de ser conhecido o espectro do nível de potência sonora emitido em bandas de oitava.

Como as fontes de ruído industrial são extremamente específicas de cada instalação, os valores requeridos são obtidos em bases de dados locais, nacionais ou internacionais, ou por medições, conforme o caso.

Sempre que possível, os dados de nível de potência sonora devem ser obtidos nas fichas técnicas da fonte industrial em estudo.

Quando tal não for possível e a instalação já estiver em operação, podem ser realizadas medições "*in situ*", obtendo dados de nível de pressão sonora em bandas de oitava. Esses dados serão inseridos no *software* de simulação, sendo efetuado o cálculo do nível de potência sonora da fonte usando métodos de engenharia reversa.

O recurso aos dados constantes da instalação industrial no âmbito do processo de licenciamento ambiental ou de avaliação de impacto ambiental podem ser outras possibilidades. Podem ainda ser utilizados dados relativos a fontes semelhantes.

Tempo e horário de funcionamento

Deve ser conhecido o respetivo tempo de funcionamento associado às distintas condições de funcionamento das diversas fontes, em termos de média anual, por período de referência, diurno, entardecer e noturno.

Localização da fonte

Devem ser conhecidas as coordenadas x, y e z de cada uma das fontes sonoras objeto da avaliação.

Diretividade da fonte

A diretividade de uma fonte depende fortemente da posição da fonte sonora equivalente em relação às superfícies circundantes.

Para fontes pontuais, a diretividade é definida como uma função de três coordenadas ortogonais (x, y, z).

Para fontes lineares, a diretividade é definida como uma função de duas coordenadas ortogonais no eixo da linha da fonte.

Dado que o método de propagação considera a reflexão das superfícies vizinhas e a absorção sonora destas, é necessário atender cuidadosamente à localização das superfícies circundantes.

Em geral, distinguem-se sempre os dois casos seguintes:

- A diretividade e o nível de potência sonora de uma fonte são determinados e dados em relação a uma fonte real específica que se encontre em campo livre (efeito do terreno excluído). Isto está de acordo com os conceitos associados à propagação, caso possa considerar-se que não existe nenhuma superfície a menos de 0,01 m da fonte e que as superfícies situadas a 0,01 m ou mais da fonte sejam incluídas no cálculo da propagação;
- A diretividade e o nível de potência sonora de uma fonte são determinados e dados em relação a uma fonte real específica que se encontre numa determinada localização, pelo que a potência sonora e a diretividade da fonte em causa são, de facto «equivalentes» visto serem determinadas nomeadamente com base num modelo do efeito das superfícies circundantes. Trata-se, neste caso, do «campo semilivre», de acordo com os conceitos relativos à propagação, e excluem-se do cálculo da propagação as superfícies circundantes modeladas.

3.7 Opções gerais de cálculo

Para além das considerações relativas à definição de áreas de projeto e de cálculo aquando da construção do modelo de simulação do ruído ambiente, já abordado no ponto 3.1 do presente documento, para que os resultados apresentem a maior exatidão e coerência com a realidade simulada, outros aspetos devem ser tidos em

conta, nomeadamente, raio máximo de busca, a ordem de reflexão e a malha de cálculo.

Raio máximo de busca de fontes

O raio máximo de busca de fontes é a distância que o algoritmo considera para integrar a contribuição da(s) fonte(s) sonora(s) no ponto de cálculo, para geração das isófonas relevantes ($L_{den}=55$ dB(A) e $L_n=45$ dB(A)).

Para definir o raio de busca da fonte, importa ter em consideração o referido para a definição da área de cálculo na medida em que o raio de busca pretende precisamente considerar no cálculo as fontes com influência na área que se quer caracterizar.

Quanto menor for o raio de busca da fonte, menor será o tempo de cálculo. No entanto, um pequeno raio de busca de fonte pode significar que uma fonte com influência não seja considerada no cálculo. Por conseguinte, é importante definir o raio de busca de fontes que assegure que todos os pontos do território expostos aos níveis sejam corretamente caracterizados.

Regra geral, 2000 m são suficientes para caracterizar a maior parte das situações, com exceção da simulação de ruído de aeroportos cuja ordem de grandeza é de vários quilómetros.

Reflexões

O número de reflexões é um dos parâmetros que determina mais diretamente o tempo de cálculo pelo que, tendo em conta um compromisso entre tempo de cálculo e rigor das simulações, os mapas de ruído devem sempre considerar pelo menos a primeira ordem de reflexões em obstáculos verticais, recomendando-se, sempre que viável, a adoção da segunda ordem de reflexões ou superior.

Excetuam-se os mapas de ruído para articulação com PU/PP, os quais, no mínimo, devem adotar a segunda ordem de reflexões.

Para o cálculo do ruído ambiente nas fachadas dos edifícios aquando das estimativas de população exposta é considerado o som incidente, o que significa que se ignora o som refletido pela fachada da habitação em causa.

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

A malha de cálculo é uma quadrícula de pontos de cálculo de níveis sonoros a partir dos quais o modelo “traça” as isófonas gerando o mapa de ruído.

A escolha de uma malha de cálculo inadequada pode levar a erros consideráveis na vizinhança imediata das fontes de ruído, nas isófonas de maior valor, e pode causar erros de até aos 10 dB(A) de diferença.

Tal como as anteriores variantes de cálculo, o tamanho da malha influencia o tempo de cálculo. É portanto essencial, antes do cálculo, definir corretamente a malha a ser utilizada.

Deve utilizar-se uma malha máxima de 10x10 metros para todos os MER, bem como para os mapas municipais de ruído para articulação com o PDM.

No caso de mapas de ruído para articulação com PU/PP, dado o seu maior rigor, deve ser adotada uma malha de cálculo que no máximo deve ser de 5x5 metros, podendo ser adotadas malhas mais apertadas.

No caso de ser necessário um maior grau de detalhe podem utilizar-se malhas de cálculo muito mais apertadas como 1x1 metro.

3.8 Validação do resultado do mapa de ruído

É essencial, de forma a conferir robustez ao mapa de ruído, que se proceda a uma validação dos resultados comparando os valores apresentados no mapa com valores de medições efetuadas em locais selecionados.

As simulações realizadas pelo modelo reportam-se a intervalos de tempo de longa duração (um ano), pelo que as medições acústicas para efeito de validação devem ser representativas de um ano. Assim, a metodologia a adotar deve permitir validar, simultaneamente, a qualidade dos dados de entrada e o comportamento do modelo.

As medições de validação devem seguir os procedimentos da norma NP ISO 1996, partes 1 e 2 (2019) "*Acústica. Descrição, medição e avaliação do ruído ambiente.*" e do "*Guia prático para medições de ruído ambiente*", APA, julho 2020.

Especificamente, a seleção dos locais para a validação pode seguir os seguintes critérios:

- Influência predominante de um só tipo de fonte;
- Valores previstos que ultrapassem os regulamentares (zonas críticas) ou próximos dos regulamentares, no perímetro da zona urbanizada mais próximo da fonte, e;
- Resultados aparentemente duvidosos.

Em relação aos tempos de medição, recomenda-se, pelo menos, dois dias em contínuo e independentes entre si (ver Quadro 1 do "*Guia prático para medições de ruído ambiente*", APA, julho 2020), por forma a poder ser considerado um intervalo de tempo de longa duração (anual), o qual consiste em séries de intervalos de tempo de referência (ver item 3.2.2 da parte 1 da NP ISO 1996). Devem ser escolhidos dias típicos, em que as condições de operação das fontes se aproximam das condições médias anuais e que foram introduzidas no modelo. No caso de a fonte apresentar marcadas flutuações sazonais (semanal ou mensal) de emissão sonora, devem ainda ser considerados dias adicionais de medições.

A altura dos pontos de medição deve situar-se a $4,0 \pm 0,2$ m acima do solo, em virtude dos mapas serem calculados para 4 m.

Excecionalmente, no caso de existirem constrangimentos de ordem técnica, pode ser aceitável a escolha de uma altura de medição de 1,5 m desde que, para esse ponto de validação, o valor de nível sonoro seja recalculado a essa mesma altura, mantendo todos os outros fatores de cálculo iguais aos considerados no mapa de ruído.

O mapa pode ser aceite caso a diferença entre os valores simulados e os valores medidos não ultrapasse $\pm 2\text{dB(A)}$.

Caso a diferença entre determinado valor simulado e o valor medido seja superior a $\pm 2\text{dB(A)}$, deve seguir-se o seguinte procedimento:

- Verificar, no local de avaliação, se os dados introduzidos no modelo estão de acordo com a realidade, como por exemplo, localização de edifícios e respetiva altura, presença de outros obstáculos à propagação sonora relevantes;
- Corrigir eventuais desvios detetados no modelo face às medições efetuadas;
- Repetir a simulação acústica para confrontá-la com os dados da medição.

Adicionalmente pode ser necessário:

- Verificar no registo áudio se se deteta alguma perturbação do sinal sonoro a qual, não sendo característica do ruído ambiente, deve ser expurgada dos resultados da medição;
- Comparar o novo resultado da medição com o da simulação;
- Caso não seja possível expurgar do registo sonoro o(s) evento(s) sonoro(s) perturbador(es), repetir a medição sem essa influência.

3.9 Critérios de revisão e alteração de MER

Ao abrigo do artigo 11.º do RAGRA os MER devem ser revistos pelo menos de 5 em 5 anos, coincidindo essa revisão com os anos de reporte de dados à Comissão Europeia. Em 2022 os MER tem por base os dados de tráfego e de emissão sonora de indústrias do ano de referência 2021, em 2027 os dados de tráfego e de emissão sonora de indústrias terão por base ano de referência 2026, e assim sucessivamente.

Os MER devem ser alterados desde que se verifique pelo menos uma das seguintes condições:

- Alteração do método de cálculo de ruído;
- Alteração significativa relativamente a fontes sonoras (em particular, quando tenham sido executadas medidas de redução de ruído, quando tenha havido uma variação do volume de tráfego superior a 30%) ou à expansão urbana, com efeitos no ruído ambiente.

4. Cálculo da exposição da população ao ruído ambiente exterior

Para o cálculo da população residente exposta ao ruído ambiente exterior de acordo com o método comum europeu, é necessário dispor dos dados censitários mais recentes de população residente e de alojamentos, por subsecção estatística; opcionalmente, podem ser usados dados de população por edifício. Só deve ser considerado o edificado de uso habitacional, ou misto em que apenas o piso térreo não possua uso habitacional.

A distribuição pelo edificado da população residente por subsecção estatística é efetuada automaticamente pelo algoritmo em função da volumetria daquele edificado (Caso 1B do item *Determinação dos fogos, e dos residentes, expostos ao ruído* do ponto 2.8 do CNOSSOS-EU).

A avaliação do edificado habitacional exposto a ruído e, por conseguinte, da população nele residente, baseia-se em pontos de avaliação do ruído situados a 4 m \pm 0,2 m acima do solo.

Para as fontes de ruído terrestres, consideram-se as seguintes configurações de cálculo:

- Distância entre ponto de receção (ponto de cálculo do nível sonoro) e a fachada: 0,10 m;
- Excluem-se dos cálculos as reflexões nas fachadas em causa;
- Distribuição em intervalos regulares dos pontos de receção nas fachadas dos edifícios, conforme descrito no Caso 1 do item *Associação de pontos de avaliação de ruído a fogos e às pessoas neles residentes* do ponto 2.8 do CNOSSOS-EU.

Para ruído de tráfego aéreo, o algoritmo de cálculo associa todas as pessoas residentes em edifícios habitacionais ao ponto de receção de ruído com maior nível sonoro situado no próprio edifício ou, na falta de um ponto com essas características, situado na rede circundante do edifício.

O cálculo de população exposta/área/edifícios deve ser efetuado por *Local Administrative Unit* (LAU), ou seja, por freguesia, devendo ser considerados os limites da CAOP do ano de referência de cada ciclo de planeamento do RAGRA.

Tendo em conta que, em Portugal, o cálculo da população exposta é efetuado por diversas entidades, e esse cálculo abrange um ou mais troços rodovias ou ferroviários, os valores de exposição terão de ser disponibilizados, obrigatoriamente, com os códigos identificadores dos troços, de forma a permitir a posterior agregação desses valores pela unidade territorial de referência adotada, exigida pelas diretrizes da Agência Europeia do Ambiente. Contudo, nas peças escritas a entregar à APA, estes dados devem ser apresentados de forma agregada para cada GIT (conforme Quadros XII, XIII, XV, XVI, XVIII).

5. Requisitos dos documentos e da informação a produzir e entregar à APA

Dadas as competências atribuídas à APA pelo RGR e pelo RAGRA, designadamente, centralização de informação de ruído ambiente exterior, que inclui todos os mapas de ruído, a fim de a disponibilizar ao público, e submissão à Comissão Europeia dos MER, as entidades competentes para elaborar mapas de ruído devem produzi-los e enviá-los à APA seguindo os requisitos que a seguir se descrevem.

Para cada GIT rodoviária ou ferroviária (composta por um ou mais troços de rodovia/ferrovia constantes da lista oficial publicada em <https://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/instrumentos-de-gestao>), a respetiva entidade competente deve produzir um MER e o respetivo ficheiro GeoPackage (formato gpkg). O mesmo se aplica às GIT aéreo e aglomerações.


5.1 Documentos a entregar à APA

Um mapa de ruído inclui peças desenhadas (cartogramas) e peças escritas (memória descritiva e resumo não técnico) a serem submetidos em formato digital.

A memória descritiva e o resumo não técnico devem obedecer aos requisitos seguintes:

- A memória descritiva deve conter a explicação das condições em que foi elaborado o mapa e dos pressupostos considerados, incluindo todos os dados de entrada e opções de cálculo adotadas; deve ainda incluir a descrição das medidas de redução de ruído implementadas e incluídas no modelo e, no caso de revisão do mapa, aquelas que foram adotadas no âmbito do respetivo Plano de Ação em vigor. No caso de GIT rodoviária ou ferroviária devem ainda constar os códigos identificadores dos troços incluídos no MER e que compõem a GIT;
- O resumo não técnico, destinado à divulgação ao público, deve incluir os cartogramas. Estas peças desenhadas devem ter uma escala igual ou superior a 1:10 000, exceto no caso de mapas para articulação com PU/PP (escala $\geq 1:5 000$), e devem incluir, pelo menos, a seguinte informação:
 - Denominação da área abrangida e toponímia de lugares principais;
 - Identificação dos tipos de fontes sonoras consideradas;
 - Escala numérica e escala gráfica;
 - Ano a que se reportam os resultados;
 - Indicador de ruído, L_{den} ou L_n ;
 - Legenda para a relação cores/classes de níveis sonoros (Quadro XI);
 - Marcação das isófonas $L_{den}=63$ dB(A) e $L_n=53$ dB(A);
 - Diferenciação, com recurso a padrões distintos, entre edifícios de uso sensível e não sensível;
 - Sistema de referência;
 - N.º e data da homologação da cartografia topográfica.

Quadro XI - Relação de cores para as classes de níveis sonoros

Classe do Indicador (dB (A))	Code list (CDG)	L _{den}	L _n	Cor	RGB
< 40	LdenLowerThan40 / LnightLowerThan40	X*	X*	Verde claro	 80,255,0
≥ 40 a < 45	Lden4044 / Lnight4044	X*	X*	Verde escuro	 0,180,0
≥ 45 a < 50	Lden4549 / Lnight4549	X*	X	Amarelo	 255,255,70
≥ 50 a < 55	Lden5054 / Lnight5054	X*	X	Ocre	 255,220,0
≥ 55 a < 60	Lden5559 / Lnight5559	X	X	Laranja	 255,180,0
≥ 60 a < 65	Lden6064 / Lnight6064	X	X	Vermelho	 255,0,0
≥ 65 a < 70	Lden6569 / Lnight6569	X	X	Carmim	 200,0,0
≥ 70 a < 75	Lden7074 / LnightGreaterThan70	X	X	Magenta	 255,0,255
≥ 75	LdenGreaterThan75	X		Azul	 0,0,255

* Opcional no mapa (pdf)

A versão em formato pdf deve ainda obedecer às seguintes regras de forma a facilitar a sua divulgação na página de *internet* da APA:

Dimensões

Os documentos devem ter a dimensão máxima de uma página A3 (297mm x 420mm) recomendando-se, no entanto, que não excedam 50Mb;

Textos

Não é requerida qualquer formatação particular dos textos devendo, no entanto, ser tida em atenção a sua legibilidade;

Imagens

As imagens devem ser limitadas ao essencial para que se cumpra o objetivo do documento e a sua definição deve ser no máximo de 72dpi (*dots per inch*);

Cartogramas

As peças desenhadas devem estar integradas no mesmo ficheiro pdf do resumo não técnico e devem respeitar as normas anteriormente referidas - dimensão máxima de uma página A₃ e definição até 72dpi. Para os mapas municipais, de forma a possibilitar uma visão de conjunto, deve também ser incluído, numa única página A₃, o mapa de ruído da totalidade da área do concelho.

5.1.1 Municípios

Todos os municípios devem entregar à APA a informação seguinte:

- Mapas municipais de ruído para articulação com PDM, em termos de L_{den} e de L_n, contendo a contribuição conjunta de tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e indústria/fontes fixas (ver ponto 3.6.1 do presente documento);

- Memória descritiva respetiva e resumo não técnico com cartogramas. Recomenda-se, adicionalmente, a produção de dados de população exposta a ruído, à semelhança do requerido para aglomerações.

5.1.2 Aglomerações e GIT

Os municípios que constituam aglomerações devem entregar à APA:

- MER em termos de L_{den} e de L_n , por tipo de fonte sonora existente (tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e industrial/fonte fixa); recomenda-se, adicionalmente, entregar o MER com a contribuição conjunta destas fontes;
- Memória descritiva respetiva e resumo não técnico com cartogramas, que incluem os dados populacionais nos modelos constantes dos Quadros XII e XIII.

Os dados a fornecer nos quadros XII e XIII devem ser apresentados em unidades. Os arredondamentos à centena mais próxima, conforme previsto pela DRA, serão feitos posterior e automaticamente pela plataforma de reporte. Os dados devem ser referentes ao total para a aglomeração/concelho.

Quadro XII - Número estimado de pessoas residentes expostas a diferentes classes de valores de L_{den} a 4 m altura e na "fachada mais exposta" por fonte sonora

Classes do indicador [dB(A)]	Número estimado de pessoas residentes							
	Tráfego rodoviário		Tráfego ferroviário		Tráfego aéreo		Indústria	Todas as fontes *
	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	--	
$L_{den} \leq 55$ *								
$55 < L_{den} \leq 60$								
$60 < L_{den} \leq 65$								
$65 < L_{den} \leq 70$								
$70 < L_{den} \leq 75$								
$L_{den} > 75$								

IT = Infraestruturas de transporte (inclui as GIT)

* Opcional

Quadro XIII – Número estimado de pessoas expostas a diferentes classes de valores de L_n a 4 m altura e na “fachada mais exposta” por fonte sonora

Classes do indicador [dB(A)]	Número estimado de pessoas residentes							
	Tráfego rodoviário		Tráfego ferroviário		Tráfego aéreo		Indústria	Todas as fontes *
	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	IT simuladas	GIT	--	
$L_n \leq 45$ *								
$45 < L_n \leq 50$								
$50 < L_n \leq 55$								
$55 < L_n \leq 60$								
$60 < L_n \leq 65$								
$65 < L_n \leq 70$								
$L_n > 70$								

IT = Infraestruturas de transporte (inclui as GIT)

* Opcional

A síntese dos elementos a entregar à APA encontra-se no quadro seguinte:

Quadro XIV- Síntese da informação/documentos a entregar e respetiva nomenclatura para mapas municipais de ruído e mapas estratégicos de ruído de aglomerações

Tipo de mapa de ruído	Âmbito do mapa	Peças a entregar	Formato	Nomenclatura dos ficheiros *
Mapa de ruído municipal	Escala PDM e Escala PU/PP	Memória descritiva	Pdf	Nome_MD.pdf
		Resumo Não Técnico	Pdf	Nome_RNT.pdf
		Cartogramas a incluir no RNT, preferencialmente, com quadros de população exposta	Pdf	Nome_Lden.pdf Nome_Ln.pdf
		Mapas de ruído	Gpkg preferencial	Nome.gpkg
Mapa estratégico de ruído	Aglomeração	Memória descritiva	Pdf	AG_PT_01_X_MD.pdf
		Resumo Não Técnico	Pdf	AG_PT_01_X_RNT.pdf
		Cartogramas a incluir no RNT com quadros de população exposta	Pdf	Para mapa de ruído rodoviário: AG_PT_01_X_Lden_RD.pdf AG_PT_01_X_Lnight_RD.pdf
				Para mapa de ruído de ferrovias, se existentes: AG_PT_01_X_Lden_RL.pdf AG_PT_01_X_Lnight_RL.pdf
				Para mapa de ruído de aeroportos, se existentes: AG_PT_01_X_Lden_ICAOcode.pdf AG_PT_01_X_Lnight_ICAOcode.pdf
Mapas de ruído	Gpkg	AG_PT_01_X.gpkg		

*** Suporte à definição da nomenclatura dos ficheiros a entregar**

"Nome" é o nome do município, sem acentos ortográficos; se o nome for composto por várias palavras, estas devem ser separadas pelo sinal "_" (underscore). Por exemplo: Satao_MD.pdf; Vila_Franca_de_Xira_MD.pdf

"X" é igual a 1-Amadora; 2-Lisboa; 3-Matosinhos; 4-Odivelas; 5-Oeiras; 6-Porto.

As entidades responsáveis ou gestoras de GIT devem entregar à APA:

- MER em termos de L_{den} e de L_n ;
- Memória descritiva respetiva e resumo não técnico com cartogramas, que incluem os dados populacionais nos modelos constantes dos Quadros XV e XVI.

Quadro XV - Número estimado de pessoas residentes fora das aglomerações, expostas a diferentes classes de valores de L_{den} e L_n a 4 m altura e na "fachada mais exposta"

Classes do indicador [dB(A)]	N.º estimado de pessoas residentes	Classes do indicador [dB(A)]	N.º estimado de pessoas residentes
$L_{den} \leq 55$ *		$L_n \leq 45$ *	
$55 < L_{den} \leq 60$		$45 < L_n \leq 50$	
$60 < L_{den} \leq 65$		$50 < L_n \leq 55$	
$65 < L_{den} \leq 70$		$55 < L_n \leq 60$	
$70 < L_{den} \leq 75$		$60 < L_n \leq 65$	
$L_{den} > 75$		$65 < L_n \leq 70$	
		$L_n > 70$	

* classe opcional

* classe opcional

Quadro XVI - Área total (em km^2) e número estimado de habitações e de pessoas residentes expostas a diferentes classes de valores de L_{den} a 4 m altura e na "fachada mais exposta"

Classes do indicador [dB(A)]	Área total (km^2)	N.º estimado de habitações/ fogos	N.º estimado de pessoas residentes
$L_{den} > 75$			
$L_{den} > 65$			
$L_{den} > 55$			

Os dados de residentes e número de fogos a fornecer nos quadros XV e XVI devem ser apresentados em unidades. Os arredondamentos à centena mais próxima, conforme solicitado pela DRA, serão feitos posteriormente pela plataforma de reporte. Os dados devem ser referentes ao total para a GIT.

A síntese dos elementos a entregar pelas entidades gestoras das grandes infraestruturas de transporte encontra-se no quadro seguinte:

Quadro XVII- Síntese da informação/documentos a entregar e respetiva nomenclatura para mapas estratégicos de ruído de grandes infraestruturas de transporte

Tipo de mapa de ruído	Âmbito do mapa	Peças a entregar	Formato	Nomenclatura dos ficheiros *
Mapa estratégico de ruído	GIT rodoviário	Memória descritiva	Pdf	RD_PT_01_X_MD.pdf
		Resumo Não Técnico	Pdf	RD_PT_01_X_RNT.pdf
		Cartogramas a incluir no RNT, com quadros de população exposta	Pdf	RD_PT_01_X_Lden.pdf RD_PT_01_X_Lnight.pdf
		Mapas de ruído	Gpkg	RD_PT_01_X.gpkg
	GIT ferroviário	Memória descritiva	Pdf	RL_PT_01_X_MD.pdf
		Resumo Não Técnico	Pdf	RL_PT_01_X_RNT.pdf
		Cartogramas a incluir no RNT, com quadros de população exposta	Pdf	RL_PT_01_X_Lden.pdf RL_PT_01_X_Lnight.pdf
		Mapas de ruído	Gpkg	RL_PT_01_X.gpkg
	GIT aéreo	Memória descritiva	Pdf	Aeroporto de Lisboa: LPPT_MD.pdf Aeroporto do Porto: LPPR_MD.pdf
		Resumo Não Técnico		Aeroporto de Lisboa: LPPT_RNT.pdf Aeroporto do Porto: LPPR_RNT.pdf
		Cartogramas a incluir no RNT, com quadros de população exposta		Aeroporto de Lisboa: LPPT_Lden.pdf LPPT_Lnight.pdf Aeroporto do Porto: LPPR_Lden.pdf LPPR_Lnight.pdf
		Mapas de ruído	Gpkg	Aeroporto de Lisboa: LPPT.gpkg Aeroporto do Porto: LPPR.gpkg

*** Suporte à definição da nomenclatura dos ficheiros a entregar**

"X" é um número sequencial atribuído na lista oficial de GIT, publicada em <https://www.apambiente.pt/index.php/ar-e-ruído/instrumentos-de-gestao>

Caso a GIT rodo ou ferroviário seja composta por vários segmentos de via, contíguos ou não espacialmente, "X" é substituído por "Xi_Xf", em que Xi é o n.º atribuído ao segmento inicial e Xf é o n.º do segmento final da lista.

Para GIT rodoviário, consultar a lista publicada no site da APA; por exemplo, o ficheiro GeoPackage relativo à A1 concessionada à BRISA será nomeado RD_PT_01_1_29.gpkg. Na Região Autónoma dos Açores, o ficheiro GeoPackage relativo à rede viária concessionada será nomeado RD_PT_01_1_7.gpkg. Na Região Autónoma da Madeira, por exemplo, o ficheiro GeoPackage relativo à VE3 concessionada à Via Expresso, será nomeado RD_PT_02_100_107.gpkg

Para GIT ferroviário, consultar a lista publicada no site da APA; por exemplo, a memória descritiva relativa à Linha do Minho será nomeada RL_PT_01_1_9_MD.pdf

5.2 Informação a partilhar entre entidades gestoras ou concessionárias de GIT e municípios

Tendo em conta a necessidade de harmonizar a informação constante nos MER das GIT e dos municípios atravessados e/ou influenciados em termos sonoros por estas infraestruturas, a APA identificou, em conjunto com as entidades interessadas, as melhores práticas de partilha dessa informação.

As entidades responsáveis pela elaboração dos MER das GIT devem disponibilizar aos municípios que atravessam os resultados desses mapas e os dados que lhe deram origem:

- Tabela com todos os dados de entrada do modelo de cálculo (exportadas do software);
- Indicação de todas as opções de cálculo adotadas.

Os formatos a disponibilizar devem permitir a sua integração nos mapas municipais de ruído daqueles municípios; para os municípios que constituam aglomerações, devem ainda ser cedidos os dados populacionais constantes do quadro XVIII, de forma a serem integrados nos quadros XII e XIII.

Quadro XVIII - Número estimado de pessoas residentes dentro das aglomerações, expostas a diferentes classes de valores de L_{den} e L_n a 4 m altura e na "fachada mais exposta"

Classes do indicador [dB(A)]	N.º estimado de pessoas residentes
$L_{den} \leq 55$ *	
$55 < L_{den} \leq 60$	
$60 < L_{den} \leq 65$	
$65 < L_{den} \leq 70$	
$70 < L_{den} \leq 75$	
$L_{den} > 75$	

* classe opcional

Classes do indicador [dB(A)]	N.º estimado de pessoas residentes
$L_n \leq 45$ *	
$45 < L_n \leq 50$	
$50 < L_n \leq 55$	
$55 < L_n \leq 60$	
$60 < L_n \leq 65$	
$65 < L_n \leq 70$	
$L_n > 70$	

* classe opcional

5.3 Requisitos específicos para informação georreferenciada de MER

Os MER a produzir e a entregar à APA para subsequente reporte à CE devem, a partir do 4.º ciclo de aplicação do RAGRA, estar harmonizados com a Diretiva INSPIRE.

A informação deve ser entregue em formato GeoPackage (.gpkg) estabelecido pelo Open Geospatial Consortium (OGC), fornecendo um GeoPackage por tipo de mapa de ruído, de acordo com o "Guia de Procedimentos para o reporte de dados no âmbito da Diretiva Ruído Ambiente - DF4-8 Mapas Estratégicos de Ruído" (APA, 2023), disponível em <https://www.apambiente.pt/ar-e-ruído/notas-tecnicas-e-guias>.