



5. IMPACTES NO RUÍDO AMBIENTE

5.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Um Aeroporto é susceptível de induzir um potencial impacte negativo significativo nas zonas circundantes, do ponto de vista do ruído, devido aos elevados níveis sonoros que podem ser gerados provenientes da sua utilização.

O ruído tem a sua génese nas operações de voo, ruído das aeronaves, e no tráfego rodoviário que assegura os acessos de pessoas e cargas.

Os trabalhos de construção envolvem operações de terraplenagem, construção, e transporte, com recurso a equipamento por vezes muito ruidoso. Embora todas estas operações estejam delimitadas no tempo, os níveis de ruído produzidos durante o seu funcionamento serão elevados.

O projecto de ampliação tem em vista a duplicação da capacidade do Aeroporto, em número de passageiros.

No caso das zonas circundantes incluírem áreas habitacionais, terem na vizinhança instalações sensíveis como escolas ou hospitais, ou passarem junto a aglomerados populacionais com significativa densidade urbanística, o impacte devido ao ruído é relevante.

É o caso da Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Haverá, portanto, que acautelar os efeitos daí resultantes, protegendo as populações e instalações de forma a que as utilizações e funções já existentes ou projectadas não sejam afectadas.

Os efeitos do ruído situam-se ao nível da incomodidade. O factor tempo (cumulativo) intervirá na génese da reacção humana à exposição ao ruído, já que se trata de uma fonte sonora com funcionamento descontínuo. Poderá haver lugar a reacções negativas por parte das populações como resultado do incómodo induzido. Efeitos mais graves, psicossomáticos, poderão igualmente ocorrer, por persistência de incomodidade.

Ficando o Aeroporto na vizinhança de zonas povoadas com utilizações sensíveis, tais como habitações e escolas, importa fazer um estudo detalhado tanto dos acréscimos de ruído a esperar, como das eventuais facilidades ou dificuldades em implementar soluções de minimização.

Na análise efectuada foram consideradas duas distintas situações:

- (1) Situação Actual: volume anual de 3 milhões de passageiros;
- (2) Situação Futura: volume anual de 6 milhões de passageiros.

O estudo incluiu um programa previsional do ruído de tráfego aéreo em diversos cenários de regimes de tráfego, tendo sido elaborados mapas de ruído para avaliação do ruído resultante do pleno funcionamento desta instalação.

5.2. POLUIÇÃO SONORA

A Poluição Sonora é induzida pelo projecto a dois tempos:

- a) na fase de construção - devido aos trabalhos de ampliação do Aeroporto;
- b) na fase de exploração - devido ao aumento de tráfego aéreo e ao aumento do tráfego rodoviário nos acessos ao Aeroporto.

A fase de construção é caracterizada, em cada local, pela sua delimitação temporal. Durante esta fase, nem todas as operações de construção empregam equipamento e maquinaria ruidosa. Consequentemente, operações ruidosas apenas ocuparão uma fracção do tempo total de construção, em cada local.

O ruído de tráfego aéreo tem carácter permanente, na fase de exploração. Serão contabilizados os diversos factores operacionais determinantes do ruído como o modelo de aeronaves (tipo de propulsão e envergadura), a densidade de tráfego e as características do Aeroporto.

O ruído do tráfego rodoviário acrescido será igualmente considerado na fase de exploração.

Os níveis sonoros produzidos nas áreas circundantes não assumem valores suficientemente elevados para serem traumáticos. Não haverá lugar a efeitos físicos do ruído no Homem - perdas auditivas, surdez. Este não será, contudo, o caso no espaço interno do Aeroporto, nomeadamente as zonas da pista, onde os níveis sonoros serão bastante intensos. Esta situação não está em consideração no presente estudo.

Efeitos de ordem fisiológica e psicológica podem, no entanto, ter lugar, traduzindo-se em incomodidade. Estas perturbações podem assumir graus de severidade ligeiros ou graves. Estados de cansaço, irritabilidade e nervosismo subjacentes podem ser induzidos, sendo o seu grau proporcional à quantidade de energia sonora recebida e à forma como esta se apresenta. A perturbação do sono pelo ruído (com efeitos psicossomáticos eventualmente graves), será outro factor a considerar. A perturbação da atenção e concentração afectará utilizações escolares de forma especial. As características de intermitência do ruído de tráfego aéreo contribuem para aumentar o grau de incomodidade induzido.

Observe-se que a noção por vezes vulgarizada em face de situações de poluição sonora da "habituação ao ruído" é manifestamente falsa. O que tem lugar é uma adaptação do organismo humano a uma situação agressiva, adaptação que se faz à custa da diminuição (ou destruição) das reservas psicológicas do indivíduo criando uma disposição de nervosismo e, por vezes, incapacidade de reacção a determinados estímulos.

Os graus de incomodidade induzidos pelo ruído de tráfego aéreo são significativos, se se confrontarem os valores esperados da densidade de tráfego com a proximidade do Aeroporto a alguns locais de carácter sossegado.

As zonas mais críticas são as residenciais, escolares e hospitalares ou quaisquer outras que pela sua natureza (função/utilização) exijam níveis de ruído baixos. Estas utilizações estão contempladas na legislação Portuguesa que consigna limitações acústicas estritas.

Do ponto de vista estrito da Poluição Sonora, os mecanismos de transmissão sonora são de duas naturezas: a condução por via aérea e a condução por via estrutural.

Os mecanismos de condução aérea são os que estão subjacentes à propagação sonora nas camadas de ar desde a fonte sonora até aos indivíduos receptores. Compreendem a propagação em espaço livre, a condução através de sanduíches de materiais, reflexões em superfícies envolventes e eventuais fenómenos de difracção.

Os caminhos de transmissão através de estruturas sólidas vão contribuir para elevar os níveis sonoros (sobretudo no interior dos edifícios) pela excitação das superfícies radiantes envolventes.

Os mecanismos de condução por via estrutural, transmissão de vibrações em meio sólido, poderão ter outros tipos de implicações e consequências cuja importância não deve ser minimizada:

- Poderão ser transmitidas vibrações em frequências abaixo do limite inferior da banda audível (cerca dos 20 Hz) as quais podem ser captadas pelo organismo humano. As perturbações causadas são de natureza distinta das causadas pelo ruído, já que são essencialmente de natureza fisiológica. O grau de incomodidade é, no entanto, similar.
- Outros efeitos complementares das vibrações transmitidas têm a ver com a integridade estrutural das construções. As tensões induzidas nos materiais poderão levar, com o tempo, à degradação (ou mesmo destruição) da estrutura suporte das vibrações.

Os graus de Poluição Sonora serão avaliados a partir dos níveis de ruído gerados e dos limites impostos pela legislação nacional aplicável.



5.3. DISPOSIÇÕES LEGAIS

A legislação nacional sobre o ruído ambiente em Portugal é, actualmente, enquadrada do ponto de vista legal pelo Regime Legal sobre a Poluição Sonora (Regulamento Geral sobre o Ruído), Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro. Este documento estabelece uma estrutura legal para a limitação de níveis de ruído ambiente, apresentando requisitos para alguns tipos de construções e instalações e critérios para definição de incomodidade devida ao ruído e respectiva protecção.

As infra-estruturas de transporte são contempladas no seu Artigo 15º, “Infra-estruturas de transporte”, o qual estabelece que “*as entidades responsáveis pelo planeamento ou pelo projecto das novas infra-estruturas de transportes rodoviárias, ferroviárias, aeroportos e aeródromos ou pelas alterações às existentes devem adoptar as medidas necessárias para que a exposição da população ao ruído no exterior não ultrapasse os níveis sonoros referidos no nº 3 do artigo 4º, para as zonas sensíveis e mistas*”. Este artigo estabelece como limites para o valor do índice L_{Aeq} 55 dB(A) no período diurno e 45 dB(A) no período nocturno nas “zonas sensíveis” e 65 dB(A) no período diurno e 55 dB(A) no período nocturno nas “zonas mistas”.

O Artigo 3º define *zonas sensíveis* como sendo áreas “*vocacionadas para usos habitacionais, existentes ou previstos, bem como para escolas, hospitais, espaços de recreio e lazer e outros equipamentos colectivos prioritariamente utilizados pelas populações como locais de recolhimento, existentes ou a instalar*”. *Zonas mistas* são “*as zonas existentes ou previstas cuja ocupação seja afectada a outras utilizações, para além das referidas na definição de zonas sensíveis, nomeadamente a comércio e serviços*”.

O nº 2 do Artigo 4º estabelece que a “*classificação de zonas sensíveis e mistas ... é da competência das câmaras municipais*”.

O Artigo 17º, “Tráfego Aéreo”, estabelece no seu ponto 1 que “*nos aeroportos e aeródromos são proibidas as aterragens ou descolagens de aeronaves civis entre*



as 0 e as 6 horas, salvo por motivo de força maior”. O ponto 2 deste artigo estipula, contudo, que esta proibição “pode não ser aplicável a aeroportos em que se encontre instalado e em funcionamento um sistema de monitorização do ruído”.

Mantém-se, ainda, em vigor o disposto nos artigos 6.º e 9.º do Decreto-Lei nº 251/87 de 24 de Junho. Estes estipulam os requisitos técnico-funcionais de edifícios para habitação, edifícios escolares e edifícios hospitalares ou similares. Para os edifícios de habitação, são especificados valores diferentes para o índice de isolamento sonoro das paredes exteriores dos edifícios (R_{45}) consoante o local de implantação é classificado como “pouco ruidoso”, “ruidoso” ou “muito ruidoso”. Os locais para implantação de edifícios são classificados, no artigo 4º daquele Decreto-Lei, em “pouco ruidosos”, “ruidosos” e “muito ruidosos”, consoante o valor do parâmetro L_{50} que os caracteriza:

- "Locais pouco ruidosos": Locais que satisfaçam os seguintes níveis sonoros:

$$L_{50} \leq 65 \text{ dB (A) entre as 7h e as 22h; e}$$

$$L_{50} \leq 55 \text{ dB (A) entre as 22h e as 7h;}$$

- "Locais ruidosos": Locais que não estão contemplados na definição de pouco ruidosos e que satisfaçam a:

$$L_{50} \leq 75 \text{ dB (A) entre as 7h e as 22h; e}$$

$$L_{50} \leq 65 \text{ dB (A) entre as 22h e as 7h;}$$

- "Locais muito ruidosos": Locais que não estão contemplados na definição de locais pouco ruidosos e de locais ruidosos.

Importa, assim, avaliar os potenciais impactes da instalação aeroportuária em apreciação na sua área envolvente pelo que serão analisados os níveis sonoros gerados pelo tráfego aéreo verificando-se se encontram dentro das faixas limites estipuladas pela nova legislação.



Ora, as câmaras municipais não procederam, ainda, à classificação acústica das zonas, dando cumprimento ao estipulado no ponto 2 do artigo 4.º do Regime Legal sobre a Poluição Sonora. Competir-nos-á, então, enformar a presente análise dos pressupostos técnicos que entendermos mais adequados tomando os critérios legais como referência.

Estes são os critérios subjacentes à presente análise.

5.4. FASE DE CONSTRUÇÃO

5.4.1. Predição e Avaliação de Impactes

Os trabalhos de construção associados às diversas empreitadas envolvem operações diversas como escavação, terraplanagem e transporte de terras e materiais bem como operações acessórias necessárias aos trabalhos tais como o funcionamento de martelos pneumáticos ou betoneiras.

Algumas operações implicam a produção de níveis elevados de ruído - utilização de martelos pneumáticos, trabalhos de escavação. Outros geram níveis mais baixos - transporte de/em veículos pesados. Enquanto umas operações têm duração limitada no tempo em cada local, outras afectarão toda a área vizinha durante quase todo o tempo de construção. Estas últimas operações implicarão, em termos médios, níveis mais elevados do que os resultantes do funcionamento normal das instalações existentes.

A dispersão da energia sonora proveniente das operações de construção com a distância faz-se em geometria esférica. Como consequência, o decaimento da energia sonora é inversamente proporcional ao quadrado da distância, ou seja, diminui com 6 dB por dobro da distância. A este efeito de atenuação têm de ser adicionados os efeitos de outros mecanismos de atenuação sonora, tais como o relevo do terreno, a influência do vento e as perdas na atmosfera.

Os níveis sonoros L_{Aeq} produzidos por máquinas escavadoras e movimentação e transporte de terras, situam-se em cerca de 72 dB(A) a 75 dB(A) a cerca de 30 metros de distância, em condições de propagação em espaço livre.

A 100 metros de distância, estes valores decrescem para um intervalo de 62 a 65 dB(A). Este intervalo não excederá os 55 dB(A) a partir dos 200 m ou os 49 dB(A) a partir dos 400 m de distância das operações e a cerca de 1000 metros de distância não é expectável que os níveis excedam os 40 dB(A), tendo em atenção os efeitos de dispersão e de absorção na atmosfera.

O Quadro V-VII mostra o ruído gerado e previsto por diversas operações associadas aos trabalhos de construção. Encontram-se indicadas os valores resultantes de medições na proximidade dos equipamentos (é indicada a distância de referência).

QUADRO V- VII - NÍVEIS GERADOS POR OPERAÇÕES E EQUIPAMENTOS DE CONSTRUÇÃO

Actividade / operação	L_{Aeq} dB(A)		
	Zona próxima	100 m	250 m
Movimentação de terras e escavação	72-75 (30 m)	62-65	54-57
Betoneiras e equivalentes	73-81 (50 m)	67-75	59-67
Martelos pneumáticos	86 (20 m)	72	64
Geradores	70 (50 m)	64	56

Os valores referidos anteriormente e constantes do Quadro V-VII referem-se a propagação em espaço livre (em linha de vista).



As previsões mostram que o ruído de construção poderá afectar uma área situada numa vizinhança variável, dependendo do ambiente sonoro local.

Algumas habitações (Pedras Rubras e Prozela) situam-se numa proximidade da ordem dos 200 metros do Aeroporto Sá Carneiro, designadamente da zona das empreitadas correspondentes à construção do parque subterrâneo e Viaduto Norte/Sul, do parque de estacionamento à superfície e acessos viários, da plataforma-Fase1, instalações provisórias, SLCI/AVA e Torre de Controlo.

As operações mais ruidosas – perfuração, corte de metal – ocorrem esporadicamente, sem regime de continuidade pelo que a sua contribuição para o ruído ambiente global não é significativa. Deste modo, as diferentes componentes de ruído resultante daquelas actividades não têm carácter de regime contínuo, pelo que a aplicação do disposto na Norma Portuguesa NP-1730 para estimação do nível sonoro contínuo equivalente L_{Aeq} não penaliza significativamente o valor global:

$$L_{Aeq,T} = 10 \log [1/T \sum T_i 10^{L_{pi}/10}]$$

onde L_{pi} é o nível sonoro que ocorre durante um tempo T_i , cuja totalidade é o período de avaliação T .

A fase de construção será, ainda, responsável por perturbação no ruído ambiente motivada pela movimentação dos camiões. O tráfego de veículos pesados de transporte de materiais poderá causar alguma perturbação.

O ruído de construção afectará, assim, zonas na imediata vizinhança do terreno. Para distâncias da ordem da centena de metros ou superiores os níveis recebidos serão já inferiores aos que se verificarão no pleno funcionamento do Aeroporto. Estes fenómenos serão, contudo circunscritos no tempo.

Inerente aos trabalhos de construção está não só a transmissão de ruído como também a transmissão de vibrações. Este mecanismo incidirá aqui com muito maior relevância do que com o pleno desenvolvimento do tráfego aéreo. Os efeitos referidos não têm, contudo, aplicação no caso presente.



5.4.2. Medidas de Minimização

a) Informação às populações

Os habitantes e utilizadores de instalações sensíveis ao ruído (escolas, instituições de saúde ou de turismo) situadas dentro de uma faixa de proximidade de cerca de 250 m do limite das áreas das diversas empreitadas onde decorram obras ou trabalhos de construção deverão ser informados sobre a ocorrência das operações de construção.

A informação deverá incluir o início das obras, o seu regime de funcionamento, a sua duração. Em particular, especificará as operações mais ruidosas bem como o início e final previstos. Deverá, ainda, incluir informação sobre o projecto e seus objectivos.

b) Limitações temporais

As operações de construção, em especial as mais ruidosas, que se desenrolem na proximidade (que pode ser entendida como 100 m de distância) de casas de habitação deverão, tanto quanto possível, apenas ter lugar no período diurno entre as 7h00 e as 20h00.

Em circunstâncias especiais, e se não se verificar oposição por parte dos moradores, poderá tal período ser estendido extraordinariamente até às 22h00.

Se estas limitações temporais não puderem ser totalmente cumpridas, devido a interferências com o regime normal de funcionamento do aeroporto, tal informação deverá ser cuidadosamente explicada às populações vizinhas, em complemento do referido em a).

O transporte de materiais e de terras deverá ser efectuado na maior extensão possível durante o período diurno privilegiando a utilização do IC 24 no acesso e nas saídas do Aeroporto.

- c) Deverão ser colocados taipais de protecção à zona das obras permitindo desta forma assegurar alguma protecção sonora da zona envolvente.
- d) Durante a fase de construção deverá proceder-se à monitorização de ruído junto das habitações mais próximas. Recomenda-se, para esta fase, uma campanha a ser efectuada mensalmente (ver Capítulo VII –Monitorização e Medidas de gestão Ambiental).

5.5. FASE DE EXPLORAÇÃO

5.5.1. Ruído de Tráfego Aéreo

5.5.1.1. *Fundamentos*

O ruído de tráfego aéreo é o resultado da propagação do campo sonoro gerado pelo avião (fonte sonora) até ao local de observação (receptor). Sob o ponto de vista acústico, e para efeitos de previsão de níveis sonoros no solo, o avião pode ser modelado por uma fonte pontual em movimento sobre uma determinada trajectória. O campo que atinge o receptor pode ser calculado com base na divergência de uma onda esférica, se forem conhecidas as características acústicas da fonte a uma distância de referência. A atenuação do campo sonoro devido a absorção pela atmosfera deve também ser contabilizada, de acordo com indicadores meteorológicos no momento da observação.

Contrariamente ao que acontece na previsão de ruído de tráfego rodoviário e ferroviário, a existência de ventos influi de forma significativa nos valores previstos para o campo sonoro, pelo que uma indicação suficientemente detalhada do movimento das massas de ar na vizinhança do local de observação se torna necessária, para uma previsão que se pretende rigorosa.

Para determinação do campo de pressão sonora instantâneo num ponto do solo, são determinadas as coordenadas da fonte sonora de acordo com a velocidade do avião sobre a trajectória em que viaja. O conhecimento das características da fonte nesse momento é condição indispensável à determinação dos níveis de ruído.



Para a previsão de indicadores de ruído, tais como L_{Aeq} , é necessário determinar a evolução dos níveis sonoros durante o intervalo de tempo a que se reporta a estimação desses indicadores.

Por outro lado, para avaliação do grau de incomodidade provocada no ser humano pelo ruído de tráfego aéreo são por vezes utilizados outros indicadores que não o L_{Aeq} , numa tentativa de melhor contabilizar esse incómodo. A International Civil Aviation Organization (ICAO) utiliza o indicador EPNL (Effective Perceived Noise Level) na certificação das aeronaves.

Este mesmo parâmetro é utilizado em diversos países, incluindo os EUA, para contabilização do ruído de tráfego aéreo, com correlação directa com o incómodo induzido nas populações. A determinação do indicador EPNL reveste-se contudo de um elevado grau de complexidade, uma vez que exige o conhecimento das características espectrais da fonte nos vários estádios do voo na zona de observação. Quando da determinação experimental deste índice, é necessário proceder a uma análise espectral de várias amostras do ruído durante o evento, sendo indispensável o conhecimento exacto da posição da fonte nos instantes de observação, com recurso a radar, técnicas de triangulação com teodolito, etc.

Durante um intervalo de tempo suficientemente lato, vários aviões podem penetrar a zona de análise, sendo necessário integrar as contribuições individuais de cada fonte na trajectória que lhe está associada, durante o intervalo de tempo a que a análise se reporta.

5.5.1.2. Fontes de Ruído

Uma primeira classificação das fontes de ruído associadas à exploração normal de um aeroporto permite dividi-las em dois grandes grupos: as que são inerentes ao aeroporto e as que são induzidas pela sua existência.

No primeiro grupo incluem-se: aeronaves executando operações de voo e movimentos em terra, veículos de transporte interno de passageiros, cisternas e outros veículos de apoio, que constituem as fontes móveis e ainda serviços de



manutenção (inclui-se aqui a operação tecnicamente designada de "run-up" e que constitui um teste aos motores), centrais de energia e geradores de emergência que constituem as fontes fixas.

No segundo grupo podem ser incluídos outros factores, tais como o acréscimo de tráfego rodoviário nas vias circundantes e o desenvolvimento comercial / industrial / turístico das áreas próximas.

Os parâmetros fundamentais que determinam os níveis sonoros emitidos são os seguintes:

- ***Composição do mix e características de emissão sonora das unidades motrizes que equipam as aeronaves:***

A composição da frota é um parâmetro determinante, uma vez que os níveis sonoros emitidos pelas aeronaves dependem directamente das características dos seus motores.

Os aviões que utilizam a pista do Aeroporto possuem motores de diversas tecnologias: de pistões, de turbo-propulsores e de jactos turbo-fan.

De qualquer modo, num motor onde ocorra o processo da combustão, as componentes responsáveis pela elevada quantidade de energia sonora emitida são idênticas: o processo de combustão é um processo turbulento por natureza, quer na fase de mistura, quer no próprio processo de queima; no caso de o motor ser uma turbina a gás, o compressor e a hélice geram ruído com características idênticas mas com propagação diversa; a saída dos gases de combustão, nomeadamente na zona de mistura com o ar atmosférico em que se gera bastante turbulência, principalmente na fase de descolagem, é outra fonte apreciável de ruído; outras fontes secundárias geradas ainda pelo motor prendem-se com a passagem do fluxo de ar e gás.



o Distribuição de rotas e perfis de decolagem e aterragem utilizados pelas aeronaves:



A intensidade do campo sonoro radiado por um motor não é só função do tipo de motor mas também da potência motriz que lhe é aplicada em cada instante. Para a mesma potência motriz aplicada, motores distintos podem produzir campos sonoros totalmente diversos,

verificando-se geralmente que motores de combustão mais potentes produzem, para a mesma potência aplicada, níveis de pressão sonora inferiores. Cada motor é, pois, caracterizado acusticamente por um espectro sonoro dependente do seu regime de funcionamento.

Nos vários estádios da aterragem e decolagem, o piloto aplicará uma potência diferente aos motores da aeronave. Na decolagem, a potência aplicada é de cerca de 100% da potência nominal, enquanto que na aterragem é apenas cerca de 20 a 30%.

5.5.1.3. Parâmetros de Previsão de Ruído de Tráfego Aéreo

Referiu-se anteriormente o conjunto de parâmetros cujo conhecimento é indispensável para a previsão do ruído de tráfego aéreo. O parâmetro determinante para qualquer modelo de previsão é o conhecimento das características acústicas das aeronaves durante os diferentes estádios que presidem às operações de aterragem e decolagem.

Nos vários estágios da aterragem e decolagem, o piloto aplica a necessária potência aos motores da aeronave - cerca de 100% na fase de decolagem,



seguida de uma redução para 65 a 70% a cerca de 100 metros; cerca de 20 a 30% na fase de aterragem desde os 300 metros da pista. Podendo diferir em várias operações de descolagem ou aterragem, a potência aplicada em cada troço do perfil tende para valores médios dependentes do tipo de aeronave que efectua a operação. Com base nos valores médios da potência aplicada aos motores nos vários estádios da aterragem e descolagem, é possível determinar o nível de ruído, no tempo e no espaço, se for conhecida a relação entre a potência motriz aplicada e a potência sonora radiada, isto é, se as características da fonte sonora forem conhecidas.

Um estudo previsional rigoroso exige, pois, o conhecimento das características acústicas das aeronaves durante as diferentes operações, a composição do tráfego e os perfis de voo.

A previsão de ruído de tráfego aéreo por simulação em computador pode fornecer resultados rigorosos, podendo revelar-se um precioso auxiliar na estimação do incómodo causado pelo tráfego aéreo na vizinhança de aeroportos.

5.5.1.4. Condições de Emissão

Os níveis de ruído registados durante um determinado tempo de observação dependem de uma série de factores que são função da actividade do aeroporto e da envolvente biofísica. Destes factores destacam-se os seguintes:

o Dimensões do aeroporto e número e categoria das pistas

Este factor determina potencialmente o tipo de aeronaves que pode e é capaz de utilizar o aeroporto e limita o número de movimentos por unidade de tempo.

o Número de operações e sua distribuição no tempo

A intensidade da actividade de um Aeroporto determina a energia sonora emitida; poderá ainda observar-se um regime de operações variável com os períodos do dia.



o Condições Meteorológicas

A emissão sonora (e, logo, a perturbação induzida numa comunidade pela presença do Aeroporto) depende também das condições meteorológicas em presença, uma vez que estas condicionam os procedimentos de aterragem e descolagem. Na realidade, os aviões operam sempre contra o vento e um dos critérios que preside à sua orientação é a direcção do vento predominante; variações deste meteoro fazem também variar o sentido das referidas operações.

As variações da velocidade e direcção do vento podem influenciar substancialmente a exposição expectável ao ruído das comunidades próximas, uma vez que as referidas operações geram níveis de ruído distintos e utilizam diferentemente o espaço aéreo.

Além disso, sob influência de ventos dominantes, as condições de propagação do som alteram-se substancialmente, já que a velocidade do som é afectada. As variações de temperatura e humidade alteram igualmente as condições de propagação.

o Topologia do terreno e características acústicas do solo e superfícies circundantes

A orografia da região e a existência de construções altas podem determinar condições majoradas de emissão através da reflexão em superfícies extensas ou mecanismos de atenuação suplementar por efeito de écran ou por absorção no terreno.

Os parâmetros referidos constituem os dados indispensáveis à caracterização e previsão de ruído de tráfego aéreo.



5.5.1.5. Condições de Propagação

A atenuação dos níveis sonoros com a distância não é apenas dependente da lei de dispersão das ondas sonoras. Tomando como referência o nível medido ou previsto a uma distância x_0 determinada, o nível sonoro a uma distância x qualquer vem dado por:

$$L(x) = L(x_0) + D(\theta) - A$$

em que o factor direccional $D(\theta)$ representa a directividade da fonte sonora e o factor de atenuação A vem dado por:

$$A = A_{disp} + A_{absor} + A_{terr} + A_{vent} + A_{outr.}$$

O termo A_{disp} representa a atenuação de energia imposta pela dispersão de energia na frente de onda. Para a onda esférica, $A_{disp} = 20 \log(x/x_0)$. A energia decai de 6 dB por cada duplicação da distância de afastamento.

O termo A_{absor} representa a atenuação de energia devida a mecanismos de perdas na atmosfera (absorção molecular, transformações e condução de calor). Embora a sua importância seja desprezável para as baixas frequências ou para pequenas distâncias, para distâncias da ordem das centenas de metros ou para frequências acima dos 500 Hz a importância desta contribuição pode ser considerável. Como, por um lado, o ruído de tráfego aéreo tem uma composição espectral de banda larga e, por outro, as distâncias entre as aeronaves e as utilizações consideradas estendem-se até às largas centenas de metros, a contabilização deste efeito torna-se relevante.

O termo A_{terr} pode englobar efeitos variados relativos ao tipo e geometria do terreno. Efeitos de absorção, de reflexão, de atenuação no solo são aí incluídos. Este fenómeno assume maior importância para ângulos de recepção mais baixos, sendo altamente dependente da geometria do percurso emissão - transmissão - recepção. Os valores mais elevados de atenuação ocorrem para a banda de frequências de 200 - 500 Hz.



Considera-se a geometria do terreno que as aeronaves sobrevoam. Tomar-se-á para referência um raio de cerca de 2,5 km em volta da pista do aeroporto para o estudo.

Considera-se a altitude das aeronaves nas suas diferentes operações de voo, dadas as configurações da zona de servidão.

Será tomado em consideração o ângulo de recepção da emissão sonora. Este variará em função da altura da nave, do afastamento da pista e do posicionamento do ponto de recepção em relação ao traçado da pista.

A energia sonora recebida será afectada não só pelas condições geométricas que determinam a divergência da onda sonora mas igualmente pelos fenómenos de absorção na atmosfera e de atenuação no solo. Este último factor é altamente dependente do ângulo de recepção devido aos efeitos combinados de absorção no solo (variação angular da impedância da interface) e de atenuação pelos obstáculos ainda que causando uma mera dispersão da energia (e não efeito de écran).

O factor $A_{disp} + A_{absor} + A_{terr}$ será integrado numa única expressão:

$$A = K \log_{10} (d / d_{ref})$$

onde d_{ref} será tomada como a distância de referência de 152 metros e o coeficiente K será um valor dependente do ângulo de elevação.

O termo A_{vent} engloba o efeito de ventos dominantes eventualmente existentes. Este efeito pode ser significativo para distâncias superiores a 200 ou 300 metros. A velocidade de propagação altera-se com o meio em movimento (velocidade do som $c = 342 + \text{velocidade do vento m/s a } 20^\circ \text{ C}$). Assim, com o vento a favor, a propagação faz-se a uma maior velocidade e aquele termo é negativo. No entanto, contra o vento, pode haver lugar a curvatura dos raios sonoros e a formação de zonas de sombra, o que produz uma atenuação suplementar não desprezável.



A existência de ventos dominantes determina de forma significativa a verificação dos valores estimados especialmente para distâncias superiores a 250 metros. Acresce o facto das próprias operações de voo serem determinadas pela direcção de vento.

Em condições de vento a favor, os valores serão possivelmente superiores aos estimados, dependente da velocidade do vento. Com vento contra, os valores serão inferiores.

Estas considerações assumem particular importância já que os pontos de aterragem e de descolagem poderão diferir consoante a direcção do vento em algumas centenas de metros o que poderá revelar-se significativo na envolvente do Aeroporto.

No Aeroporto Francisco Sá Carneiro, a situação mais desfavorável, em relação à sua vizinhança próxima, corresponde à situação com vento de Sul.

A direcção dominante dos ventos é do quadrante Norte (em cerca de 64 %).

Outros efeitos podem ser incluídos no termo A_{outr} da equação (2), como os resultantes de variações de temperatura ou de turbulência atmosférica. Este último efeito pode tornar-se significativo para muito grandes distâncias em que se processam extrapolações relativas a aviões de grande porte.

5.5.1.6. Parâmetros Indicadores

Os modelos de aeronaves considerados são, dentro daqueles que estão previstos para o Aeroporto em estudo, os que apresentam características mais ruidosas. Admitiu-se que as suas características acústicas, nas diferentes operações, se relacionam com o tipo de motorização e tipificam as aeronaves existentes e previstas.

Foi adoptado como parâmetro descritor do ruído de tráfego aéreo o índice L_{Aeq} .

O uso do parâmetro L_{Aeq} tem sido recomendado para utilização nos países da Comunidade Europeia, dadas as vantagens da sua estimação e da sua integração na avaliação genérica do ambiente sonoro de um local e ainda com o objectivo de unificar critérios tanto nacionais como internacionais. De facto, os critérios regulamentados na legislação nacional (Regime Legal sobre a Poluição Sonora, Decreto-Lei n.º 292/2000) empregam o parâmetro L_{Aeq} como indicador prioritário do estado do ambiente sonoro na avaliação dos graus de incomodidade e definição de valores limite em zonas com ocupação sensível ao ruído. Também a nova Directiva Europeia sobre avaliação, gestão e redução de ruído ambiente (em fase final de preparação) propõe índices de ruído ambiente baseados no parâmetro L_{Aeq} .

O parâmetro L_{Aeq} tem a vantagem de ser apoiado por um número considerável de estudos de correlação entre os seus valores e o grau de incómodo e de perturbação de diversas funções e actividades da população humana.

O parâmetro L_{Aeq} pode ser estimado a partir de:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^N 10^{L_{Ei}/10} \right)$$

onde L_E é o nível sonoro contínuo que contém, ao longo do tempo de integração de 1 segundo, a mesma energia do evento simples (variável no tempo), T é a duração do período de avaliação e N é o número de eventos, neste caso de movimentos de aeronaves.

Admitindo que todos os eventos são iguais ou da mesma natureza, produzindo níveis L_E comparáveis, $L_E = L_{Ej}$, para quaisquer i e j , então:

$$L_{Aeq} = L_E + 10 \log_{10} N - 10 \log_{10} T.$$

Para um período de 12 horas, obtém-se a expressão:

$$L_{Aeq} = L_E + 10 \log_{10} N - 46,4 \text{ dBA};$$

para um período de referência de 1 hora, admitindo um tráfego com um número médio de movimentos por hora que apresenta características de estacionaridade ao longo do dia,

$$L_{Aeq} = LE + 10 \log_{10} N - 35,6 \text{ dBA.}$$

Para uma estimativa mais rigorosa dos valores dos níveis sonoros poderá ainda contabilizar-se:

- (i) os valores máximos dos níveis sonoros percebidos
- (ii) a densidade do tráfego de aeronaves
- (iii) o *mix* que utiliza o aeroporto
- (iv) as diferentes operações das aeronaves
- (v) a posição destas em relação aos locais de recepção.

A cada operação de cada tipo diferente de aeronave corresponderá um valor de nível sonoro de referência. A expressão geral do indicador L_{Aeq} passa então a ser escrita na forma:

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left(\frac{1}{T} \sum_{i=1}^M \sum_{j=1}^N \sum_{k=1}^P 10^{L_{E_{ijk}}/10} \right)$$

onde $L_{E_{ijk}}$ é o nível sonoro LE (SEL) emitido no j -ésimo movimento da operação de tipo k da aeronave de tipo i .

O valor do parâmetro LPN correlaciona-se bem com o valor do parâmetro L_{max} , tendo sido adoptada a relação LPN (PN dB) = L_{max} (dB A) + 13, o que representa um valor médio das correcções e se pode deduzir de valores experimentais apresentados nalgumas fontes bibliográficas.

Conforme já foi referido, os parâmetros LE (ou SEL) e L_{max} são fáceis de medir e contabilizar pelo que a sua utilização apresenta vantagens em relação a outros de



quantificação menos directa (como o EPNL). Na estimação de L_{Aeq} serão utilizados os valores de L_E e/ou de L_{max} . O valor do primeiro é, geralmente, superior ao segundo. Observou-se, pelos resultados experimentais e pelas listas de valores publicados na literatura que, para o tipo de aeronaves em consideração, os valores de L_E excedem os valores de L_{max} em cerca de 10 a 11 dB.

5.5.1.7. Algoritmo de Previsão

O trabalho previsional recorreu a duas ferramentas computacionais: o programa de previsão de ruído de tráfego aéreo TAER e o programa de análise de acústica ambiente SOUNDPLAN.

O programa TAER foi desenvolvido pela equipa do Grupo de Acústica e Controlo de Ruído do Centro de Análise e Processamento de Sinais do Instituto Superior Técnico de Lisboa (CAPS/IST), para avaliação do ruído percebido na envolvente de um aeroporto. O programa considera o *mix* do tráfego aéreo durante um dia de referência e factores de atenuação com a distância. O programa tem associado uma base de dados com vários tipos de aeronaves e níveis de emissão relativos a operações de aterragem, descolagem e em terra. O programa foi calibrado para o tráfego aéreo dos Aeroportos da Portela e de Tires.

Este programa foi utilizado numa fase preliminar para avaliar a extensão da área de ocupação com exposição ao ruído do tráfego aéreo.

O Programa SOUNDPLAN foi desenvolvido pela firma Braunstein & Berndt, GmbH da Alemanha, em colaboração de diversas Universidades de diversos países, entre as quais o CAPS/IST. Foi utilizada a versão 4.2 de 1997.

Este programa de simulação integra os dados dos terrenos e todas as características do tráfego aéreo – distribuição de movimentos ao longo do período de análise, perfis e procedimentos de voo, todas as rotas e as características das aeronaves do *mix*.

O programa Soundplan foi utilizado para estudar e desenhar as curvas isofónicas correspondentes a cada uma das orientações das pistas, dependendo do regime de ventos dominantes.

5.5.1.8. Elementos de Tráfego

As previsões do ruído de tráfego aéreo foram efectuadas para duas situações distintas de composição do *mix* (ver Capítulo III – Descrição do Projecto), correspondentes à situação actual (3 milhões de passageiros anualmente, ano 2000) e à situação correspondente ao ano horizonte (6 milhões de passageiros anualmente):

- a) Ano 2000 – Contabilizou-se um total de 22.696 voos anuais (utilizou-se este valor correspondente à previsão efectuada em 1999, já que o valor real de 2000 – 21.663 – é apenas ligeiramente inferior) distribuídos, de acordo com a norma alemã AzB, pelas classes PROP2 (432 voos), S2 (726 voos), S5 (20.540 voos) e S6 (998 voos);
- b) Ano Horizonte – Contabilizou-se um total de 40.856 voos anuais, distribuídos, de acordo com a norma alemã AzB, pelas classes PROP2 (776 voos), S2 (1.312 voos), S5 (36.970 voos) e S6 (1.798 voos);

Os presentes cálculos foram efectuados entendendo por “voo” uma aterragem e uma descolagem. As classes de aviões consideradas integraram as composições reais do tráfego aéreo. Para cada movimento de voo de cada tipo de avião, são atribuídos níveis sonoros de referência que servem de base aos cálculos.

Os dados de tráfego reportam-se, essencialmente, ao período diurno. O número de operações de voo realizadas no período nocturno é escasso, de acordo com os dados que nos foram presentes. Deste modo, o estudo considerou apenas o período diurno por ser aquele onde a incidência dos efeitos do tráfego aéreo é significativo.



5.5.1.9. Níveis Sonoros Previstos

Os níveis sonoros foram previstos para as situações actual e horizonte, referidas atrás. Foram elaborados os mapas de ruído para três escalas distintas (1:100 000, 1:50 000 e 1:25 000). Estas três escalas permitem visualizar a área exposta ao ruído com diferentes graus de pormenor.

Para o mix da situação horizonte, correspondente a 6 milhões de passageiros anuais, as simulações foram efectuadas para dois cenários distintos. Para tanto, foram tomados em consideração os esforços das administrações dos EJA e da UE nas últimas décadas no sentido de gradualmente limitar as emissões de ruído das aeronaves.

Como consequência, tem-se verificado um decréscimo gradual no ruído emitido pelas novas gerações de aeronaves, resultante da introdução de novas tecnologias, muito especialmente na evolução na concepção dos reactores. Ora, o volume de passageiros previsto na situação horizonte resultará de um crescimento gradual do número de voos, e será atingido num período que se prevê nunca inferior a 10 anos.

Contabilizando a previsível evolução tecnológica das aeronaves (e a gradual substituição das gerações mais antigas), poderá estimar-se, que ao longo deste período, o ruído resultante do tráfego aéreo será, em média, pelo menos 2 dB inferior ao verificado actualmente. Esta poderá, até, ser uma estimativa conservadora. Neste sentido, as previsões efectuadas para o ano horizonte contabilizam duas situações distintas:

- (i) Previsões para um volume anual de 6 milhões de passageiros, contabilizando a utilização de aeronaves actuais (idênticas às da situação actual);
- (ii) Previsões para um volume anual de 6 milhões de passageiros, contabilizando a evolução prevista na emissão sonora das aeronaves num

período de 10 anos, correspondendo a emissões sonoras que, em média, decresceram 2 dB.

As Figuras V-1, V-2 e V-3 mostram a totalidade da mancha de ruído para a situação actual, à escala 1:100 000, para as situações de média anual (64% de ventos de Norte e 34% de ventos de Sul, de acordo com os registos de ventos característicos da zona), de ventos do quadrante Norte e de ventos do quadrante Sul, respectivamente.

Trata-se de “manchas” típicas dos níveis de ruído gerados por movimentos de voo afectos a uma pista de aviação: as linhas isofónicas estendem-se ao longo do sentido longitudinal das pistas (no sentido aterragem-descolagem). A extensão da “mancha” de ruído é superior na direcção oposta à dos ventos dominantes, o que é motivado essencialmente pelo facto das operações de descolagem (onde é aplicada a maior potência aos motores) serem efectuadas neste sentido. Os desvios que apresenta nos extremos resultam da sobreposição das rotas de aproximação/afastamento. Chama-se a atenção para o facto destas curvas representarem, na generalidade, a distribuição sonora em condições de campo livre, sem traduzir efeitos particulares, ao nível do solo, nomeadamente de obstáculos, que poderão introduzir atenuações suplementares. Estes efeitos são dependentes dos percursos e rotas de voo, dos procedimentos de voo (diferentes para cada tipo de avião e implicando alturas diferentes em cada posição de voo) e das condições de ventos.

A confrontação dos valores medidos na zona envolvente do Aeroporto com os valores previstos para a situação actual revela-se consistente, mostrando a validade do processo previsional. Tal significa, conforme exposto no Capítulo IV – Caracterização do Ambiente, que os mapas de ruído representam avaliações fiáveis e aplicáveis para uma vasta extensão em redor do Aeroporto.

A análise das condições locais e dos registos permite retirar outras conclusões importantes:



- (i) As medições acústicas foram efectuadas em dias de vento muito fraco ou inexistente, pelo que as Figuras de simulação que melhor se ajustam são aquelas correspondentes à média anual;
- (ii) Nos locais situados entre muros ou casas (as ruas são estreitas), os valores medidos revelam-se inferiores às previsões em espaço livre. Tal deve-se ao facto de os aviões circularem ou na pista, ou a muito baixa altitude, funcionando, então, as construções como barreiras acústicas, introduzindo efeitos de atenuação de alguns dB. Este factor revela-se de extrema importância, pois determina uma diminuição importante na exposição ao ruído de uma parte significativa dos receptores situados na imediata proximidade do Aeroporto;
- (iii) Nos locais mais afastados de muros ou outras construções que se interponham no trajecto do campo sonoro emitido, os valores medidos são muito semelhantes aos previstos, já que as condições de propagação são semelhantes às de espaço livre. Tal é o caso do Local 3 ou do Local 6 (ver ponto 1.12 do Capítulo IV – Caracterização do Ambiente). Este último encontra-se sujeito a uma perturbação adicional de ruído de origem rodoviária (EN107/IC24), a qual foi registada como sendo da ordem de grandeza do resultante do tráfego aéreo, o que explica o valor verificado.

FIGURA V-1

FIGURA V-2

FIGURA V-3

As Figuras V-4, V-5 e V-6 mostram as cartas de ruído para a situação horizonte (sem correcção dos níveis sonoros das aeronaves, ou seja, admitindo aeronaves idênticas às da situação actual), à escala 1:100 000.

As Figuras correspondem a diferentes cenários:

Figura V-4 - média anual (64% de ventos de Norte e 34% de ventos de Sul, de acordo com os registos de ventos característicos da zona);

Figura V-5 - ventos do quadrante Norte;

Figura V-6 - ventos do quadrante Sul.

FIGURA V-4

FIGURA V-5

FIGURA V-6

As Figuras V-7, V-8 e V-9 mostram as cartas de ruído para a situação horizonte (com correcção dos níveis sonoros das aeronaves, ou seja, admitindo aeronaves cerca de 2 dB mais silenciosas – em média – que as da situação actual).

Será esta a situação mais susceptível de ser verificada futuramente (a diminuição das emissões deverá, inclusivamente, ser superior a 2 dB), dada a constante evolução que se verifica nos grupos propulsores das aeronaves, e tendo em conta que a situação horizonte será atingida num prazo nunca inferior a 10 anos.

Os mapas de ruído apresentados nas Figuras encontram-se à escala 1:100 000, e referem-se às situações de média anual (64% de ventos de Norte e 34% de ventos de Sul, de acordo com os registos de ventos característicos da zona), de ventos do quadrante Norte e de ventos do quadrante Sul.

FIGURA V-7

FIGURA V-8

FIGURA V-9

As Figuras V-10 a V-18, ilustram as mesmas situações das Figuras V-1 a V-9, mas à escala 1:50 000, por ser aquela que permite um melhor compromisso de visualização das manchas correspondentes ao interior das isófonas de 55 e de 65 dB(A).

O valor de 65 dB(A) representa o limite estabelecido no Regime Legal sobre a Poluição Sonora (Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro) para zonas “mistas” no período diurno.

O valor de 55 dB(A) constitui uma fronteira importante na análise acústica de locais, por ser um valor a partir do qual o ser humano se torna mais susceptível de apresentar reacções de incomodidade (muito embora tal dependa de todo o ambiente sonoro envolvente, e das actividades que nele decorram).

Este valor representa o limite estabelecido no Regime Legal sobre a Poluição Sonora para zonas “sensíveis” no período diurno ou para zonas “mistas” no período nocturno.

FIGURA V-10

FIGURA V-11

FIGURA V-12

FIGURA V-13

FIGURA V-14

FIGURA V-15

FIGURA V-16

FIGURA V-17

FIGURA V-18

As Figuras V-19 a V-27, ilustram as mesmas situações das Figuras V-1 a V-9, mas à escala 1:25 000.

Os mapas apresentados nestas Figuras permitem uma visualização de pormenor das zonas sob maior influência do ruído de tráfego aéreo, nomeadamente as “manchas” correspondentes a 55 e a 65 dB(A).

FIGURA V-19

FIGURA V-20

FIGURA V-21

FIGURA V-22

FIGURA V-23

FIGURA V-24

FIGURA V-25

FIGURA V-26

FIGURA V-27

5.5.1.10. Efeitos de Vibrações

Não se atribui especial importância aos efeitos das vibrações geradas pelo tráfego aéreo no Aeroporto Francisco Sá Carneiro.

Não se observam utilizações especialmente sensíveis susceptíveis de serem afectadas quer nas suas estruturas de suporte quer nas suas funções pela passagem das aeronaves. Os seus efeitos negativos centrar-se-ão nos seres humanos que poderão ser perturbados pelas componentes de baixa frequência do ruído emitido. Não se julga assumirem valores significativos as amplitudes das variações de pressão de muito baixa frequência (infrasónicas) resultantes da deslocação das massas de ar.

Não se consideraram, pois, estes efeitos diferenciados dos resultantes do ruído do tráfego.

5.5.2. Ruído de Tráfego Rodoviário

Para além do ruído das aeronaves, deverá também ser considerado o ruído resultante do acréscimo de tráfego dos veículos automóveis que acedem ao Aeroporto. Estes apresentam uma composição de veículos ligeiros (passageiros, táxis) e pesados (passageiros, transporte de mercadorias e combustíveis).

O acesso principal ao Aeroporto processa-se através da Estrada Nacional n.º 107, EN107. Esta apresenta um tráfego rodoviário intenso. O aumento de tráfego destinado ao Aeroporto não será sentido de forma significativa.

A ligação rodoviária do Aeroporto à EN107 apresenta um extensão muito reduzida, e sem receptores sensíveis ao ruído localizados na sua proximidade.

A rede viária de acesso à cidade do Porto é de construção recente, de boa qualidade e apresenta ainda uma razoável capacidade. Apesar desta estrada comportar já um volume de tráfego intenso, na generalidade, considera-se que o acréscimo de tráfego não deverá criar alterações dignas de registo.

Deste modo, o acréscimo de ruído de tráfego rodoviário nas zonas habitadas situadas na proximidade do Aeroporto não será perceptível, pelo que não há impactes significativos a registar resultantes de acréscimos no tráfego rodoviário induzido pelo projecto de ampliação do Aeroporto Sá Carneiro.

5.5.3. Avaliação de Impactes

Os mapas de ruído mostram que o Projecto de Ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro provocará um aumento perceptível da sua área de influência no ambiente acústico.

Os acréscimos, não são, contudo, elevados: a extensão longitudinal da “mancha” onde se registam actualmente valores de L_{Aeq} superiores a 65 dB(A) sofrerá um aumento da ordem dos 10%, a que corresponde um aumento efectivo de cerca de 500 metros. As “manchas” dos 60 dB(A) e dos 55 dB(A) aumentarão cerca de



15%. Estas baixas percentagens revelam que o aumento da área afectada é muito pequeno.

O crescimento dos níveis de ruído ambiente, será, deste modo, sentido numa área relativamente restrita, essencialmente nos aglomerados habitacionais mais próximos, e que não apresentem influência de outras fontes sonoras importantes, tais como o tráfego rodoviário. Nesta situação, encontram-se:

- (i) no quadrante Norte, certos aglomerados de habitações pertencentes ou localizados próximos das zonas de Avelada, Labruge e Vilar de Pinheiro;
- (ii) no quadrante Este, as zonas residenciais situadas a Oeste da povoação de Vila Nova da Telha (Aldeia, Prozela, Pedras Rubras, Cambados e Lagielas);
- (iii) no quadrante Sul, as zonas de Sta. Cruz do Bispo e Perafita (parte Este), sobretudo aquelas onde a influência da circulação rodoviária no IC24 e EN107 não se faz sentir a níveis elevados;
- (iv) No quadrante Oeste, os aglomerados de Vilar do Senhor e Paiço.

Na situação de ventos do quadrante Norte, os níveis de ruído são superiores a Norte do Aeroporto, estendendo-se a influência do ruído à zona de Modivas.

Na situação menos frequente de ventos do quadrante Sul, a influência do ruído do Aeroporto estende-se à zona de Guifões.

Note-se que os aumentos de ruído não assumem significados importantes, situando-se no intervalo de 0,5 a 1,5 dB.

Estes acréscimos são baixos pelo que o impacte só apresentará significado nos locais já perturbados (com níveis superiores a 65 dB(A) correspondentes a uma área de cerca de 4,5 Km², desenvolvendo-se longitudinalmente na direcção da pista.

As habitações que se encontrem expostas a níveis sonoros superiores a 65 dB(A), deverão ser alvo de um estudo detalhado de medidas de minimização de ruído.



A análise atrás expressa, refere-se a situações de descolagem e aterragem de aeronaves, entrando em linha de conta com as rotas de aproximação, e com a passagem pela pista. Não são contudo, contabilizados os movimentos ao longo dos *taxiways*, nem as operações de estacionamento ou manutenção das aeronaves dentro da área que será alargada. Embora estas operações não impliquem níveis sonoros muito elevados comparativamente com as operações de descolagem e aterragem, geralmente apresentam uma duração superior.

O Projecto da Ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro prevê a construção de um novo *taxiway* e o alargamento das plataformas de estacionamento de aeronaves.

Estas novas infra-estruturas apresentam um desenvolvimento que implica uma aproximação a zonas habitadas, nomeadamente Prozela e Pedras Rubras.

Esta é uma situação que acarreta potenciais impactes negativos no ambiente acústico local. No sentido de minorar os efeitos negativos, e tratando-se de uma situação de emissão de ruído junto ao solo, recomenda-se um estudo de minimização de ruído para estudo detalhado da situação e definição das medidas mais adequadas de protecção sonora.

5.5.4. Medidas de Minimização

5.5.4.1. *Soluções Gerais*

Em todas as utilizações já existentes ou previstas que fiquem dentro das zonas onde os níveis sonoros médios excedam os 65 dB(A), deverá ser considerada a aplicação de medidas minimizadoras do ruído recebido de forma a criar protecção sonora adequada às populações.

As medidas minimizadoras entendem-se também como acções a efectuar por parte da entidade responsável pela obra tendentes a evitar ou minimizar reacções por parte das populações ou utilizadores já existentes no local em face do acréscimo de ruído introduzido. Tais reacções podem ser públicas ou privadas. Todas estas

acções assumem elevados custos financeiros, sociais e outros que haverá que acautelar.

Observe-se ainda que dentro da área envolvente referida onde os níveis sonoros (L_{Aeq}) excedem os 65 dB(A) deverá ser proibida todo e qualquer novo uso sensível ao ruído, por exceder o limite de ruído correspondente a zona “mista”, de acordo com a legislação vigente. Esta passa a ser uma zona proibida. Poderá ser, no entanto, aproveitada para utilizações de ordem comercial, industrial ou outras sem sensibilidade ao ruído.

As estratégias para minimização do impacte do ruído do Projecto da Ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro podem assumir formas diversas a que correspondem soluções diferenciadas.

- (i) Pode ser encarada a redução de ruído na fonte através da autorização de utilização a aeronaves mais silenciosas. No tipo de instalação da que agora se considera tal actuação seria apenas consubstanciada através da limitação do tipo de naves a que seria permitida a utilização, já que não é possível, por razões de vária ordem intervir nas características dos aviões.
- (ii) A adopção de rotas e procedimentos de voo de mínimo ruído é uma medida eficaz no conjunto das soluções minimizadoras e genericamente aceites em todos os Aeroportos.
- (iii) A implementação de soluções de controlo de ruído, como barreiras acústicas, minoram de forma significativa o ruído emitido segundo determinadas direcções, mas dada a movimentação da fonte sonora em altitude e as limitações relativas a segurança quanto a instalação desse tipo de soluções, a sua eficiência é limitada. Será, no entanto, altamente eficaz para as operações em terra e em relação a ocupações que se situem na imediata proximidade das instalações, como é o caso das habitações mais próximas do local de implantação do Aeroporto.



- (iv) O estabelecimento de restrições e proibições quanto à utilização do Aeroporto resolve situações críticas com bastante e óbvia eficácia. A sua adopção deve, no entanto, ser cautelosa dados os custos que pode implicar. Estes recaem sobre o próprio Aeroporto, as linhas aéreas e mesmo, no final, sobre a própria comunidade. Reveste, assim, a forma de solução última.
- (v) O reforço do isolamento sonoro através de protecção local é uma solução adequada, embora última. Terá por objectivo o incremento do isolamento sonoro através da adopção e implementação de soluções técnicas que aumentem os valores dos índices de isolamento sonoro já existentes. Esta forma de protecção constitui-se, em geral, na instalação de janelas duplas e outras formas de aumentar o índice de isolamento sonoro por condução aérea na envolvente exterior dos edifícios. Estas medidas permitem a obtenção de condições acústicas adequadas dentro dos edifícios. No entanto, no seu exterior as condições acústicas desfavoráveis não são alteradas.
- (vi) A compensação financeira através de indemnização pode ainda ser encarada como uma forma de alívio para utilizações isoladas. A indemnização será, em princípio destinada a financiar a instalação de soluções de controlo de ruído ou a reinstalação em local diferente. Como o controlo da sua aplicação não é fácil ou os resultados a prazo da aceitação da medida minimizadora não são, também fáceis de prever, esta solução deverá também ser encarada dentro do grupo de soluções de último recurso.

A solução óptima apresenta-se, em geral, como uma combinação de tantas alternativas quanto possível, de forma a minimizar efectivamente os efeitos do ruído na comunidade vizinha, salvaguardando as características técnicas do empreendimento e associando-lhe os custos mínimos. A sua combinação integrada permite ainda minimizar algum outro impacte eventualmente negativo resultante da implementação de uma das medidas em grande escala.



Indica-se seguidamente o conjunto de soluções que se preconiza como o mais indicado para minorar os efeitos do ruído, bem como os estudos que se reputam de necessários para a especificação das soluções pontuais mais adequadas.

5.5.4.2. Soluções Preconizadas

As possibilidades de redução de ruído residem nas fontes sonoras, nos locais de recepção e nos percursos de propagação. A optimização dos custos passa por uma utilização racional combinada.

- a) A zona dentro da faixa de cerca de 5 km de afastamento da pista, onde se prevêem níveis sonoros em excesso de 65 dB(A), deverá ficar interdita a qualquer nova construção como habitação, escolar, hospitalar, espaços de recreio ou lazer ou outras que revelem sensibilidade ao ruído.

Faz-se observar que a extensão desta zona está de acordo com os estudos agora efectuados. Admite-se, no entanto, que a sua largura possa variar marginalmente na sequência de estudos de pormenor de protecção sonora em que os efeitos particulares dos ventos sejam tomados em conta.

- b) Recomenda-se, ainda, a realização de um estudo complementar de protecção sonora da área incluída dentro das isófonas de 65 dB(A). De acordo com a legislação vigente, esta será a área potencialmente afectada pelo ruído do tráfego aéreo. Tratando-se de uma zona vizinha de uma infraestrutura de transportes desta dimensão e importância estratégica, presume-se que a sua classificação venha a ser atribuída como “mista”. Aquela será, pois, a isófona de referência. Note-se no entanto que esta classificação é da responsabilidade das Câmaras Municipais e que para o caso presente não se encontra feita.

Este estudo contemplará as diferentes ocupações da área a tratar e definirá as medidas mais apropriadas ao local e às diferentes situações específicas encontradas.



- c) Este estudo deverá contemplar também uma possível barreira acústica a instalar a Este do *taxiway* e plataforma futuros, para obstar à livre transmissão de ruído durante as operações em terra para a zona imediatamente vizinha. A eficácia desta medida é confinada no espaço e limitada por razões de segurança.
- d) A situação de ruído ambiente deverá, ainda, ser alvo de um procedimento regular de monitorização de ruído, devendo para tal ser instalado um sistema de monitorização do ruído em contínuo.
- e) A definição exacta e final e a implementação da tipologia das medidas de minimização já atrás identificadas (barreira acústica, eventuais isolamentos sonoros, rotas de aproximação de aeronaves, limitações de voos nocturnos, limitações de crescimentos urbanos e de instalações sensíveis na vizinhança do Aeroporto, e utilização de edifícios para fins diferentes), deverá também ter em conta a classificação em termos de ruído desta zona a realizar pelas câmaras municipais, os crescimentos anuais reais do tráfego aéreo, e as informações recolhidas da rede de monitorização contínua de ruído. Mas, a sua calendarização progressiva, deverá respeitar o definido no DL 292/2000 para infra-estruturas aeroportuárias no que respeita a Planos de Redução de Ruído.

Porque a sua implementação não depende só da ANA deverão ser estabelecidos contactos regulares entre a ANA, S.A., a NAV (rotas) e as Autarquias (classificação da área, definição de usos do solo, proibição de edifícios destinados a usos sensíveis, etc.), e estes esforços apoiados a nível da DRAOT no âmbito da pós-avaliação do projecto.

Com a adopção adicional das medidas de minimização de ruído, considera-se que os impactes residuais no ruído ambiente serão negativos mas os níveis evidenciarão intensidade análoga ou inferior à verificada na vizinhança da grande maioria dos Aeroportos Europeus, minimizando a exposição das áreas envolventes ao ruído.



5.6. SÍNTESE

O Projecto da Ampliação do Aeroporto Francisco Sá Carneiro provocará uma alteração no ambiente acústico da sua zona envolvente mais próxima, sem no entanto, se fazer sentir a níveis elevados.

Os potenciais impactes negativos na fase de construção resultam em particular das operações de movimentação de terras que envolvam a utilização de equipamentos/veículos muito ruidosos, podendo afectar zonas na imediata vizinhança da área de implantação do Aeroporto. Os potenciais impactes serão, contudo circunscritos no tempo. Se seguidas as medidas de minimização recomendadas, os impactes residuais negativos não se perspectivam como significativos.

Os potenciais impactes negativos na fase de exploração do Aeroporto resultam essencialmente do tráfego aéreo que lhe está associado.

A análise dos valores de ruído previstos aponta para um aumento da extensão longitudinal da “mancha” onde se registam actualmente valores de L_{Aeq} superiores a 65 dB(A) da ordem dos 10%. As “manchas” dos 60 dB(A) e dos 55 dB(A) aumentarão cerca de 15%. Tal significa, que o acréscimo de ruído nas zonas mais afectadas actualmente se situará no intervalo de 0,5 a 1,5 dB.

Estes acréscimos são baixos, pelo que o impacte só apresentará significado nos locais já perturbados (com níveis sonoros superiores a 65 dB(A)).

Nestas zonas, com níveis de ruído superiores a 65 dB(A), deverá ser considerada a adopção de medidas de minimização de ruído. Estas poderão incluir a implementação de soluções de controlo de ruído analisadas e a definição de utilizações do solo circundante, à luz da legislação aplicável

Nos aglomerados de Pedras Rubras e Protela prevêem-se impactes negativos associados à proximidade das novas infra-estruturas destinadas à circulação e estacionamento de aeronaves, pelo que se recomenda um estudo detalhado de

medidas de minimização já apontadas atrás com elaboração atempada do respectivo projecto de execução (barreira de ruído).

A combinação das medidas recomendadas com um adequado Programa de Monitorização de Ruído permitirá minimizar a exposição das populações ao ruído gerado pelo funcionamento do Aeroporto, assegurando níveis de ruído aceitáveis no contexto da zona e das recomendações europeias.

Os impactes residuais serão negativos, mas os níveis serão de intensidade análoga ou inferior à verificada na vizinhança da maioria dos Aeroportos Europeus.

A Alternativa Zero, isto é, a não realização do projecto, não contribuiria com os impactes negativos identificados.