

ESTGF | **POLITÉCNICO
DO PORTO**

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

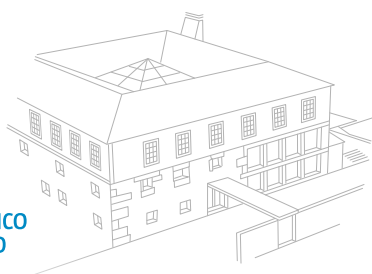
DESIGNAÇÃO DO MESTRADO

AUTOR

ORIENTADOR(ES)

ANO

www.estgf.ipp.pt



ESTGF | POLITÉCNICO
DO PORTO

ESCOLA SUPERIOR DE TECNOLOGIA E GESTÃO

DESIGNAÇÃO DO MESTRADO

AUTOR

ORIENTADOR(ES)

ANO

www.estgf.ipp.pt

AGRADECIMENTOS

Quero expressar publicamente a minha gratidão e reconhecimento às várias pessoas que, ao longo do percurso de preparação e elaboração deste projeto, tive a sua colaboração, o apoio e incentivo.

Expresso a minha sincera gratidão ao meu orientador, Eng.º Augusto Miguel Lopes, pela disponibilidade demonstrada, sobretudo, em momentos mais difíceis, pela paciência, motivação, apoio e contributo constantes que contribuíram de modo decisivo para todo o processo do presente trabalho.

À professora Vanda Lima, coordenadora do curso de mestrado em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança, por toda a disponibilidade e encorajamento que sempre demonstrou, bem como as reuniões e contactos promovidos com as entidades envolvidas e que, foram benéficas e essenciais para a elaboração deste projeto.

À minha família, em especial aos meus pais, Maria de Carvalho e Cláudio Monteiro que, mesmo distantes, tiveram um peso relevante para a realização e concretização desta etapa, pelos momentos de preocupações, carinho, amor e encorajamento que demonstraram. Pela confiança que sempre depositaram em mim, um especial agradecimento.

A todos que foram meus docentes da Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Felgueiras, pelos ensinamentos, simpatia e afeto que demonstraram durante todo o meu percurso académico.

Aos colegas, alunos, amigos, e funcionários da biblioteca de Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Felgueiras, por todo o apoio concedido em pesquisas de manuais correspondentes desta matéria.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a todos os residentes da cidade do Porto que dispensaram algum do seu tempo para responder ao inquérito realizado e a todos que direta ou indiretamente, contribuíram com um incentivo para a realização deste projeto.

RESUMO

Recentemente, diversos organismos desenvolveram estudos que abrangem aspetos relativos ao tráfego de transportes, em diferentes países da União Europeia. Desses estudos, concluiu-se que, cada vez mais, há um aumento significativo dos níveis de ruído proveniente das aeronaves e que são suscetíveis de provocar incómodo sobre a população residente nas imediações mais afetadas (OMS, 2011). Tendo em conta a inexistência de um estudo desta natureza, em Portugal, elabora-se o presente trabalho com a finalidade de quantificar o acréscimo sonoro provocado pelas aeronaves que sobrevoam, especificamente, sobre a cidade do Porto.

Com o intuito de avaliar a perceção da população relativa ao incómodo gerado pelo ruído das aeronaves, realizou-se um modelo de questionário de perguntas diretas. O tratamento dos dados, com o auxílio do sistema SPSS, permitiu concluir que existe uma notável diferença no que respeita às opiniões dos inquiridos.

Em seguida, para a recolha de resultados através de medições acústicas, distinguem-se os locais que pertencem a todas as freguesias do Porto, de modo a permitir avaliar o nível de incómodo de ruído existente nos mesmos. Constatou-se que, dos 13 (treze) locais considerados, apenas 5 (cinco) cumprem os valores limite estabelecidos pelo Regulamento Geral do Ruído (RGR).

Analisando os resultados das medições acústicas realizadas, verifica-se que existe o acréscimo do ruído originado particularmente pelas aeronaves que circulam sobre a cidade do Porto. A avaliação dos parâmetros acústicos evidenciou que o ruído causado pelas aeronaves motivou um acréscimo significativo dos níveis do ruído ambiente existentes nos locais considerados no estudo.

No entanto, visto existirem níveis de ruído que excedem os valores limite, é essencial uma intervenção imediata, nomeadamente, no que concerne ao plano de controlo e redução de ruído, realizado pelas entidades competentes.

Palavras-chave: Quantificação; Ruído Ambiental; Pressão Sonora; Medições Acústicas; Aeronaves.

ABSTRACT

Lately, some organizations have published studies about transportation in different European countries. These studies show a considerable increase in the level of noise caused by airplanes, and the resulting disturbances to local populations (W.H.O., 2011). Taking into account the absence of a study of this kind in Portugal, this study is designed to quantify the sound level increase caused by airplanes that fly above the City of Porto.

With the intent to understand the perception of the population concerning the disturbances caused by airplane noise, a survey of direct questions was made. An analysis of the data, done with the help of the SPSS, concluded that there's a noticeable difference in the opinions of the people questioned.

The next step, when collecting results through acoustic measurements, was to distinguish the parts of municipalities in the Porto area. This allows for the evaluation of the level of disturbance caused in different localities. The findings revealed that, of the 13 localities under evaluation, only 5 respect the limits established by the General Noise Regulation RGR.

With the analysis of the results of noise measurements carried out, it appears that there is the noise of the increase particularly originated by aircraft circulating on the City of Porto.

Given the perception of excessive noise in most of the localities, it is necessary to have an intervention by the regulatory entities, as soon as possible, in order to control and reduce the noise.

Keywords: Quantification; Environmental Noise; Sound Pressure; Acoustic Measurements; Aircraft.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT	iii
ÍNDICE DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
LISTA DE UNIDADES	vi
1. OBJETIVOS E ÂMBITO DO ESTUDO	1
2. INTRODUÇÃO.....	3
3. RUÍDO URBANO.....	6
3.1. RUÍDO PROVOCADO PELAS AERONAVES	7
3.2. EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA	10
4. REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO	15
4.1. RUÍDO AMBIENTE	18
4.2. ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO	21
4.3. PLANOS MUNICIPAIS DE REDUÇÃO DE RUÍDO	23
5. METODOLOGIA.....	26
5.1. CARACTERIZAÇÃO DO AEROPORTO FRANCISCO SÁ CARNEIRO	26
5.2. ÁREA DE ESTUDO.....	29
5.3. QUESTIONÁRIO À POPULAÇÃO	31
5.4. CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE RUÍDO	32
6. RESULTADOS	39
6.1. RUÍDO AMBIENTE, PARTICULAR E RESIDUAL	39
6.2. ACRÉSCIMO SONORO POR LOCAL E POR PERÍODO.....	45
6.3. EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AMBIENTE	49
6.4. NÍVEIS DE RUÍDO VS PERCEÇÃO PELA POPULAÇÃO	50
7. CONCLUSÕES	53
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
9. GLOSSÁRIO.....	58
ANEXOS	60
ANEXO I – MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO.....	61
ANEXO II – RESULTADOS DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS	62
ANEXO III – CARTAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS	63
ANEXO IV – FOLHAS DE CAMPO UTILIZADAS: RECOLHA DE DADOS.....	64
ANEXO V - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SONÓMETRO	65

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Efeitos do ruído na saúde e bem-estar humano.....	12
Tabela 2 – Valores limite de exposição ao ruído ambiente.....	20
Tabela 3 - Resumo das atribuições às autarquias em matéria de prevenção e controlo da poluição sonora.	25
Tabela 5- Locais em que foram realizadas as medições acústicas.	30
Tabela 6 - Locais de medição, tipo de zona, hora de início e duração.	34
Tabela 7 - Resultados da medição do Ruído Residual, Ruído Particular e Ruído Ambiente.....	40
Tabela 8 - Resultados médios da medição do Ruído Residual; Ruído Particular e Ruído Ambiente em cada local e período de referência.	44
Tabela 9 - Acréscimo sonoro, instantâneo e global, por local, e média do acréscimo.	47
Tabela 10 - Acréscimo sonoro, instantâneo e global, por período de referência e média de cada período.....	48
Tabela 11 – Comparação dos resultados do ruído ambiente determinados em cada local, com e sem a passagem de aeronaves, com os valores limite estabelecidos legalmente.	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma de desenvolvimento do projeto.....	2
Figura 2 – Escalas de decibéis (dB).	3
Figura 3 - As três zonas de ruído.....	9
Figura 4 - Mecanismos de interação entre o ruído ambiente e os efeitos na saúde humana.	11
Figura 5 - O ouvido humano.	13
Figura 6 - Exemplo do mapa de ruído.....	21
Figura 7 - Localização do aeroporto Francisco Sá Carneiro.	26
Figura 8 - Mapa do Porto – Aeroporto Francisco Sá Carneiro e áreas abrangidas no estudo.	29
Figura 9 - Sonómetro posicionado no Museu de Arte Contemporânea - Serralves.	33

LISTA DE ABREVIATURAS

APA	Agência Portuguesa do Ambiente
RGR	Regulamento Geral de Ruído
OACI	Organização da Aviação Civil Internacional
RLPS	Regime Legal sobre Poluição Sonora
CE	Comissão Europeia
DRA	Diretiva do Ruído Ambiente
CCDRN	Comissão de Coordenação e Desenvolvimento Regional do Norte
OMS	Organização Mundial de Saúde
INE	Instituto Nacional de Estatística
NP	Norma Portuguesa
ESTGF	Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Felgueiras
Eng.º	Engenheiro
Fig.	Figura
km ²	Quilómetros Quadrados
Log ₁₀ .	Logaritmo Decimal
SPSS	Programa de Análise Estatística (<i>Statistical Package for the Social Sciences</i>)
IPQ	Instituto Português da Qualidade
PMRR	Plano Municipal de Redução de Ruído
INAC	Instituto Nacional de Aviação Civil
IPAC	Instituto Português de Acreditação

LISTA DE UNIDADES

Pa	Pascal – Unidade do Sistema Internacional para medir a pressão sonora
dB	Decibel – Unidade correspondente aos níveis de pressão sonora
Hz	Hertz - Unidade de Frequência
m	Metro - Unidade de Comprimento
m/s	Metro por Segundo

1. OBJETIVOS E ÂMBITO DO ESTUDO

O presente trabalho insere-se no âmbito do projeto de mestrado em Gestão Integrada da Qualidade, Ambiente e Segurança, cuja finalidade é de realizar um estudo particular sobre o acréscimo de ruído provocado pela passagem de aeronaves sobre a cidade do Porto, dando ênfase à necessária resposta para o problema do aumento do tráfego aéreo que, nos últimos anos, se tem vindo a verificar no Aeroporto Francisco Sá Carneiro. Mediante o desenvolvimento deste estudo, pretendeu alcançar-se os seguintes objetivos:

- Averiguar a perceção da população local relativamente à sua exposição ao ruído provocado pela passagem de aeronaves e avaliar o nível de incómodo provocado, tendo em consideração as opiniões transmitidas através de questionários realizados;
- Quantificar o acréscimo sonoro, em diferentes localidades do Porto, provocado pelas aeronaves que sobrevoam a cidade;
- Verificar os níveis de ruído ambiente obtidos em diferentes locais da cidade, comparando-os com os valores limite estabelecidos legalmente;

As etapas que possibilitaram alcançar os objetivos acima referidos foram a elaboração de questionários, compostos por perguntas diretas e aplicados em diferentes locais da cidade do porto (que foram simultaneamente os locais de medição), permitindo obter informações relativas ao incómodo provocado pelo ruído na população.

Posteriormente, foram efetuadas as medições do ruído ambiente com recurso a um sonómetro, sendo realizados em cada local, 3 (três) ensaios acústicos por período de referência, isto é, diurno, entardecer e noturno. As medições do ruído ambiente foram repetidas, em dias distintos, fazendo obter por cada local, um total de 6 (seis) resultados para o período diurno, 4 (quatro) para o entardecer e 4 (quatro) para o noturno.

Dos resultados das medições do ruído ambiente obtidos, além de serem comparados com os valores limite estabelecidos pelo RGR, foi igualmente verificado o nível do acréscimo provocado pelo ruído das aeronaves, em cada local considerado no estudo.

A Figura 1 representa o organograma de desenvolvimento do presente trabalho onde as etapas do projeto foram planeadas de forma sequencial e que serviram, essencialmente, para a conclusão deste estudo.

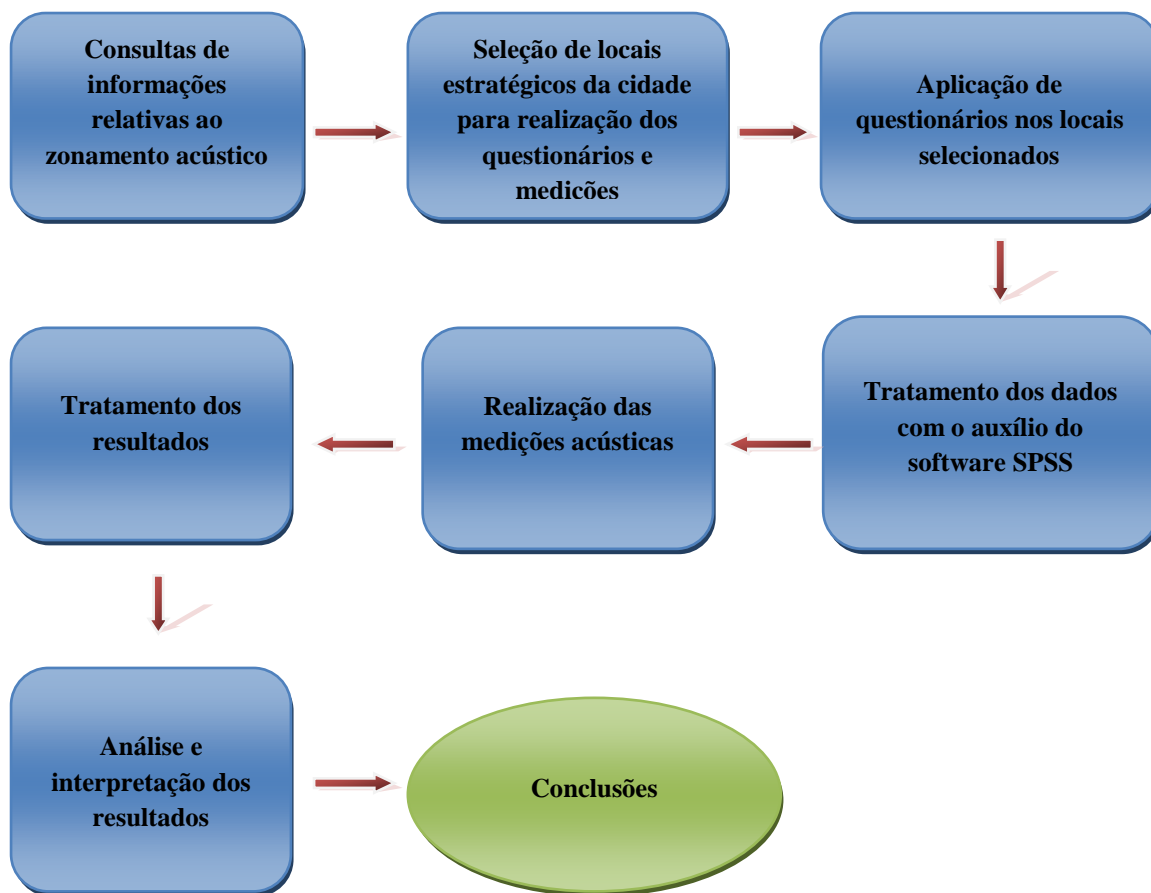


Figura 1 - Organograma de desenvolvimento do projeto.

2. INTRODUÇÃO

De acordo com a APA, “o som pode ser definido como uma variação de pressão molecular no ar que provoca o estímulo do sistema auditivo, possibilitando a sua percepção”; e o ruído é definido como “um som indesejado que perante um certo tempo de exposição pode ocasionar danos ao ouvido humano”. Pode dizer-se ainda que o ruído é uma mistura de sons capazes de causar danos à saúde humana, dependendo sobretudo da sua composição, isto é, a frequência, intensidade e duração.

Tendo em conta a temática deste estudo, é importante evidenciar aspetos relativos a propagação do som e ruído no ar. A percepção do som depende sobretudo do meio de propagação, visto que o mesmo pode propagar-se a velocidades diferentes. Em relação ao ar livre a sua propagação tem uma velocidade de aproximadamente 340 m/s.

Na figura a seguir, pode verificar-se os níveis da pressão sonora a partir dos quais proporcionam um ambiente favorável para a execução de determinados tipos de atividades (Limiar da audição), como também os que poderão afetar gravemente o ouvido humano, sendo estes compreendidos entre 110 dB(A) e 140 dB(A), denominados por “Limiar da Dor”.

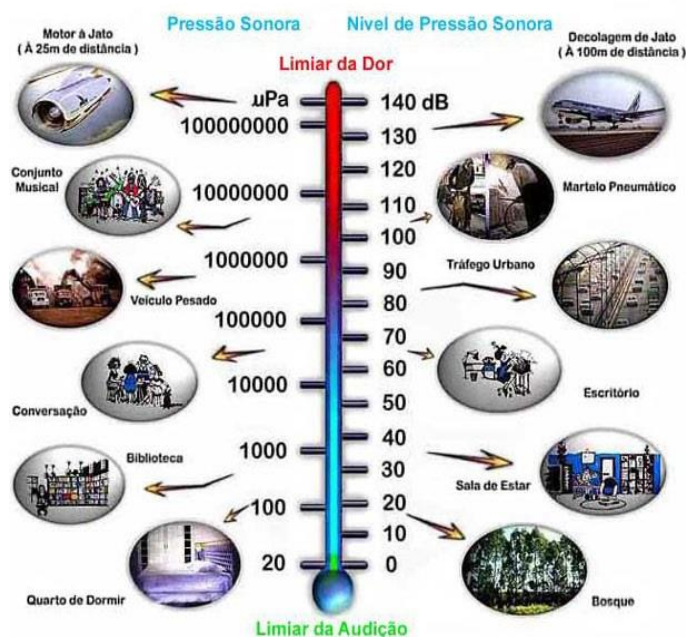


Figura 2 – Escalas de decibel (dB).

O som pode ser explicado por variações em maior ou menor grau da pressão do ar, que provocam uma resposta sensitiva do ouvido humano.

Vários estudos desenvolvidos afirmam, também, ser possível o ouvido humano, quando saudável e jovem, perceber frequências de uma gama auditiva correspondente a um intervalo de 20 Hz até 20.000 Hz. Assim, os sons com uma frequência abaixo dos 20 Hz são designados como infrassons e os com uma frequência superior como ultrassons. Os considerados infrassons correspondem às frequências muito baixas que não são capazes de produzir uma sensação de audição, isto é, as características psicológicas que se relacionam diretamente com a frequência do estímulo e traduz a sensação auditiva que permite o ouvido humano ordenar os sons de grave para o agudo (Carvalho, 2011).

Normalmente, o ruído é originado pela variação de pressão das ondas sonoras através do meio de propagação, causadas pela colisão sucessiva de partículas, sem ocorrer deslocamentos permanentes das mesmas, isto porque, as forças elásticas tendem a direcionar as respectivas partículas para as posições iniciais (Zhang, 2011). Contudo, considera-se que uma das características essenciais da propagação do ruído é a variação da sua pressão, causada pelas ondas sonoras, sendo obtido o resultado, através de um valor de referência e a pressão atmosférica normal. Por isso, torna-se mais prático expressar os parâmetros acústicos em cálculos logarítmicos entre os valores de pressão sonora obtidos e os de pressão sonora de referência. De realçar que a pressão sonora corresponde à diferença entre a pressão ambiente, instantânea, em relação à pressão atmosférica, pela qual é sensível o ouvido humano.

A abordagem do estudo de som tem apenas o teor físico-matemático como por exemplo a sua caracterização e frequência. Entretanto, a relação entre o som e ruído depende sobretudo da abordagem psicológica do indivíduo. Sendo o ruído por definição um som desagradável e, por isso, a sua classificação é parcial, dependendo da interpretação e resposta do indivíduo.

Qualquer tipo de som produzido com uma intensidade capaz de provocar lesões físicas ou psicológicas do indivíduo é considerado ruído, independentemente do nível de percepção do indivíduo.

A poluição sonora em meios urbanos originada especialmente, pelo tráfego rodoviário, ferroviário, aéreo e dos complexos industriais existentes, é considerada um dos maiores fatores de impacto na vida moderna, exigindo um destaque especial exclusivo devido a uma percentagem significativa da população afetada, seja em espaços de trabalho, escolares ou de lazer.

O ruído proveniente das operações de aeronaves é facilmente identificável e frequentemente afeta o meio ambiente e residências próximas dos aeroportos com nível sonoro excessivo.

De acordo com as estimativas de um estudo realizado no ano 2000, intitulado por *Transport, Environment and Health (TEH)*, mostram que o número de pessoas que estão expostas ao ruído proveniente do tráfego aéreo, em torno dos maiores aeroportos da União Europeia, tem vindo a aumentar e muito provavelmente continua a aumentar, especialmente, em períodos noturnos (Philips, 2000). Assim, existe um aumento significativo dos efeitos negativos em zonas urbanas, em detrimento das zonas suburbanas e rurais, pela exposição ao ruído resultante do tráfego. As áreas urbanas com uma grande densidade populacional apresentam, regularmente, maior tráfego rodoviário do que as suburbanas e rurais.

Tendo em conta as características que cada zona apresenta, um estudo realizado no ano 2005, revela ainda que o ruído proveniente do tráfego aéreo poderá provocar alguns efeitos sobre a saúde humana, nomeadamente, depressões; problemas nervosos; dificuldades em dormir; irritabilidade; sensação de incómodo; problemas psicológicos e ainda uma pequena parte associada a sintomas de ansiedade (Babisch, 2005).

De acordo com o estudo realizado por Alfred et al., o nível de ruído resultante do tráfego aéreo tem uma ultrapassagem significativa aos valores-limite estabelecidos. Apesar desse estudo não abranger todos os países da União Europeia, foi possível verificar que existe um grande impacto causado pelo ruído proveniente das aeronaves que circulam em grandes aeroportos como o do Reino Unido, Holanda, Grécia, Itália, Alemanha e Suécia.

Alfred et al., garante ainda que os casos concretizados nesses países são muito prováveis de serem semelhantes, também, em restantes aeroportos de países desenvolvidos cujo tráfego de aeronaves seja frequente. As operações de aeronaves podem provocar ruído substancial nos arredores dos aeroportos comerciais e militares, sendo o momento das descolagens o considerado mais crítico, provocando ruído intenso e vibrações (Alfred, 2006).

O mais recente estudo elaborado em 2009, pelo *The European Environment Agency (EEA)*, assegura que uma grande percentagem da população inquirida afirma sentir o incómodo significativo originado pelo ruído das aeronaves. Após efetuada a respetiva análise concluiu-se que o ruído global existente era resultante da combinação entre o ruído do tráfego rodoviário; ferroviário e aéreo. Tendo esta combinação, o nível de exposição ao ruído ultrapassa os valores-limite de exposição estabelecidos, exigindo a atuação das autoridades competentes que determinam as medidas necessárias para o seu controlo e minimização.

3. RUÍDO URBANO

O ruído urbano é um fenómeno acústico que decorre numa determinada área do ruído ambiente, que pela complexidade das múltiplas fontes existentes e da densidade de ocupação humana, constitui uma área específica própria. As múltiplas fontes pelas quais motivam o ruído urbano são, particularmente, o ruído dos tráfegos ferroviário, rodoviário e aéreo; ruído proveniente das industriais; obras públicas; estabelecimentos de restauração; entre outras.

A diversidade das fontes sonoras que causam a incomodidade é em número elevado devido à percepção do ruído que é por vezes parcial, visto que as respostas à qualidade do ruído dependem da sensibilidade de cada pessoa. Para isso, uma determinada fonte sonora pode ser incómoda para uma certa quantidade de indivíduos e agradável para outros, isto é, a percepção do ruído depende das características individuais, dos momentos e locais de exposição, daí a dificuldade da determinação objetiva da incomodidade. De referir que, de todas as fontes sonoras existentes no meio urbano, o tráfego rodoviário é a que mais frequentemente causa incómodo para um número elevado de pessoas. Importa salientar que o ruído causado pelo tráfego rodoviário equivale ao ruído originado por uma televisão numa residência ou ainda ao ruído ambiente da conversação num determinado café. Normalmente, o ruído torna-se muito mais elevado em grandes infraestruturas de transportes tais como, as autoestradas, pistas de aterragem e descolagens das aeronaves, etc., com níveis de pressão sonora com potencial de gerar graves consequências na saúde (Babisch, 2005).

O ruído urbano não é estacionário, pois apresenta variações no tempo, que se revelam no sinal produzido, através de quebras e picos. Por exemplo, quando se pretende caracterizar o ruído originado pelo tráfego de transportes, sendo um tipo de ruído flutuante, apenas uma medição pontual do seu valor não é suficiente. Neste caso, é necessário recorrer ao cálculo da média, obtida após um determinado tempo de medição representativo, bem como a indicadores que possam revelar os picos mínimos e máximos, ocorridos durante o tempo de medição.

Tendo em consideração as características das fontes sonoras que provocam o ruído urbano, vários estudos afirmam que estas poderão levar a inumeráveis efeitos de cariz psicológico que parecem afetar a capacidade de comunicação e concentração nos indivíduos.

3.1. RUÍDO PROVOCADO PELAS AERONAVES

O crescente reconhecimento do ambiente como recurso escasso a par do problema da poluição sonora, condiciona hoje de forma positiva a preocupação de diversos organismos internacionais. Nos últimos anos, tornou-se cada vez mais necessário o estudo e estabelecimento de medidas de controlo e prevenção dos efeitos prejudiciais relacionados com o ruído ambiente, com vista a salvaguarda da saúde humana. O problema do ruído originado particularmente pelas aeronaves, tem vindo a agravar-se nos últimos anos. Sendo um problema cada vez mais frequente, são estabelecidas medidas e metas de cariz político, económico e ambiental, que permitem reduzir impactos derivados do mesmo.

O ruído produzido pelas aeronaves é um fenómeno cujo ouvido humano consegue distinguir facilmente, em qualquer momento da sua ocorrência, independentemente da sua duração. O problema do ruído das aeronaves centra-se fundamentalmente nas proximidades dos aeroportos, designadamente nas áreas residenciais envolventes, suscitando uma grande preocupação não só da população afetada, como também, das entidades responsáveis pelo desenvolvimento das infraestruturas envolventes. Para isso, diversos organismos internacionais têm estabelecido e alterado várias medidas regulamentares que exigem às instituições cujas atividades envolvam operações de aeronaves civis, procederem avaliação e controlo dos impactes de ruído por elas ocasionados.

De acordo com o estipulado no artigo publicado pelo Parlamento Europeu, *um dos objetivos principais da política comum dos transportes é o desenvolvimento sustentável. Isso requer uma abordagem integrada cujo intuito é garantir o funcionamento eficaz dos sistemas de transportes da comunidade e a proteção do ambiente.* Relativamente ao desenvolvimento sustentável dos transportes aéreos, este requer a adoção de medidas destinadas a reduzir os danos causados pelas emissões sonoras das aeronaves em aeroportos com problemas de ruído específico.

A Organização da Aviação Civil Internacional (OACI) tem desenvolvido ao longo dos últimos anos, as normas e práticas recomendadas neste âmbito, estabelecendo os princípios para o tratamento mais adequado desta matéria. A OACI aprovou, em 2001, o conceito de “Abordagem Equilibrada”, a qual consistia, numa fase inicial, na identificação do problema e, em fase subsequente, nas diversas medidas para a sua resolução. Ou seja, o conceito da “Abordagem Equilibrada” tem como o foco principal a identificação de problemas do ruído nos aeroportos e análise de medidas inerentes que visam reduzir o ruído, tendo em conta quatro variáveis:

- Redução do nível de ruído na fonte (através de técnicas que permitam a sua redução, como por exemplo, a introdução das aeronaves mais silenciosas no mercado);
- Ordenamento e a gestão de território (planeamento e gestão de uso do solo nas imediações dos aeroportos);
- Obtenção do máximo benefício para o ambiente ao menor custo (reduzir o nível ruído através de processos operacionais);
- Procedimentos operacionais (reduzir o nível de ruído face as restrições de operação).

O controlo de ruído ambiental nas imediações dos aeroportos implica, porém, o desenvolvimento de métodos que integrem programas de ações mitigadoras que permitem identificar os elementos que coordenam o sistema do aeroporto, nomeadamente, o delineamento do solo de forma adequada; os locais da mesma intensidade de ruído; permitindo uma boa intervenção por parte das entidades competentes. Mediante o desenvolvimento dos respetivos métodos devem ser considerados os fatores de carácter humano, no sentido de contribuir efetivamente no planeamento e elaboração de planos de gestão ambiental. O planeamento e a elaboração de planos de gestão ambiental são elementos que contribuem para a manutenção de um ambiente sonoro adequado ao desenvolvimento sustentável das comunidades, servindo deste modo, de auxílio à implementação da “Abordagem Equilibrada”.

Transcrevendo o decreto-lei nº 293/2003, a “Abordagem Equilibrada” trata-se da abordagem segundo a qual são avaliadas as medidas aplicáveis para a resolução do problema do ruído num determinado aeroporto situado no território português. Essas medidas são designadamente o efeito previsível de uma redução do ruído das aeronaves na fonte; de medidas de ordenamento e gestão de território; de processos de exploração que permitam reduzir o ruído e de restrições de exploração.

A Comissão Europeia estabelece, através da Diretiva 2002/30/CE, de 26 de Março, as regras e procedimentos para a introdução de restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos pertencentes aos países da União Europeia. Determina para cada aeroporto, medidas de gestão do ruído das aeronaves com a finalidade de reduzir o número de pessoas afetadas pelos efeitos nocivos deste fenómeno.

Importa finalmente salientar que nos últimos anos as indústrias do setor aeronáutico têm vindo a desenvolver a modalidade dos seus processos de produção, baseando em ferramentas

eficientes e novas tecnologias que favorecem largamente a minimização do ruído originado pelo funcionamento das aeronaves.

O ruído originado pelas operações das aeronaves de transporte civil é um problema ambiental que, cada vez mais, tem vindo a multiplicar-se de forma substancial. Particularmente, o processo das aterragens e descolagens das aeronaves gera consequências ambientais adversas que, em muitos casos, afetam diretamente a saúde e conforto da população (Zhang, 2011).

Com a finalidade de compreender melhor o problema de ruído originado pelas aeronaves, um estudo realizado por Zhang, em 2008, estabeleceu os principais fatores da sua propagação. Do ponto de vista físico, a propagação do ruído para o ar pode ser distinguida por três zonas com níveis sonoros diferentes, como ilustradas na Figura 3.

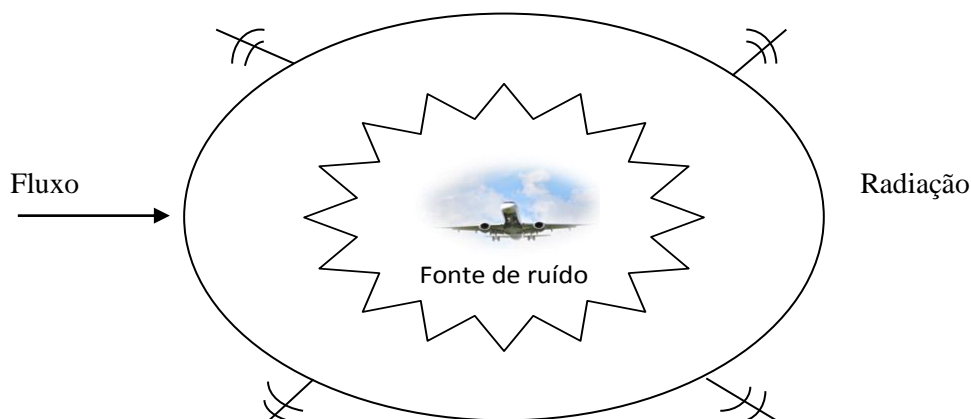


Figura 3 - As três zonas de ruído.

Fonte: Zhang, X. Airframe noise: high lift device noise.

A Figura 3, demonstra os aspetos essenciais a ser considerados na origem e propagação do ruído, entre os quais são:

1. **Fonte de ruído:** nesta zona o nível de ruído é bastante elevado. Após a sua propagação no ar, o *ambiente aerodinâmico* e a *fonte de ruído* tornam-se dois fatores inseparáveis. Isto é, o ruído originado na fonte (fator acústico) abrange toda a área próxima da mesma (fator ambiente aerodinâmico), provocando conseqüentemente uma instabilidade sonora. Conclui-se, neste caso, que o fator acústico tem influência significativa sobre o ambiente aerodinâmico.

2. **Área de propagação do ruído:** sendo já uma área mais afastada da fonte de emissão sonora, existe uma fraca ligação em relação ao *ambiente aerodinâmico* e a *fonte de*

ruído. No entanto, a zona de propagação das ondas sonoras é afetada pela área do *fluxo aerodinâmico*, sem que tenha a interferência direta da *fonte de ruído*.

3. **Área da radiação:** é uma área em que o ruído irradia para as zonas mais distantes. Normalmente o processo da radiação nesta fase é estacionário ou a área de fluxo é uniforme. Porém, não há interferência direta entre o *ambiente aerodinâmico* e a *fonte de ruído*.

Normalmente, a *fonte de ruído* abrange a área do *fluxo aerodinâmico* quando se trate de ruído proveniente das fontes de alta emissão, onde todas as áreas, sobretudo as de maiores níveis sonoros, interagem umas com as outras. As áreas do fluxo correspondente às fontes de alta emissão do ruído são muito complexas e interativas. Contêm uma variedade de fluxos físicos e também uma ampla escala temporal e espacial. Grande parte das escalas está presente no processo entre a *fonte* e a *radiação do ruído* pelo que pode existir uma fusão incorreta das diferentes componentes de ruído e que pode ter uma afetação direta dos seus indicadores, devido a interferência de ruído de outras fontes.

3.2. EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA

A relação entre o ruído ambiente e os efeitos na saúde humana pode ser caracterizada através de mecanismos fisiológicos. A exposição ao ruído ambiente pode levar a perturbações do sono e atividades diárias, ao aborrecimento e ao ‘stress’. Esta exposição, por sua vez, pode desencadear a produção de hormonas (adrenalina, noradrenalina e cortisol), suscetíveis de conduzir a uma diversidade de efeitos intermediários, incluindo o aumento da tensão arterial.

Após uma exposição prolongada ao ruído ambiente, estes efeitos poderão, por sua vez, aumentar o risco de doenças cardiovasculares e distúrbios psiquiátricos. O ruído manifesta a perturbação nos indivíduos, designadamente a irritabilidade e ‘stress’, dependendo em parte das características individuais (Boer, 2007). Na figura 4, são demonstrados os principais efeitos do ruído ambiente, bem como a sequência da sua manifestação na saúde humana.

Os efeitos do ruído podem manifestar-se sobre o organismo humano de diferentes formas, provocando consequências que podem comprometer a integridade física e psicológica do indivíduo a ele exposto. Do ponto de vista fisiológico, será todo o fenómeno acústico que produz uma sensação auditiva desagradável ou incomodativa” (Miguel, 2010).

Os efeitos nocivos mais comuns do ruído podem ser divididos em fisiológicos e psicológicos. No que diz respeito aos efeitos fisiológicos pode verificar-se, com a análise da Figura 4, que a exposição ao ruído excessivo provoca alterações não só ao sistema auditivo

como também as diferentes funções orgânicas. Destas alterações destacam-se, por exemplo, distúrbios relacionados com o sistema nervoso central, nomeadamente a dificuldade em comunicação e concentração bem como os problemas sensoriais caracterizados por diminuição da memória de retenção). Para além dos efeitos fisiológicos, a exposição a um ambiente de ruído excessivo pode resultar alterações sobre o equilíbrio psicológico humano. As alterações psicológicas podem estar associadas a fenómenos de irritabilidade em indivíduos normalmente tensos e agravar os estados de angústia às pessoas mais sensíveis e capazes de sofrer depressões.

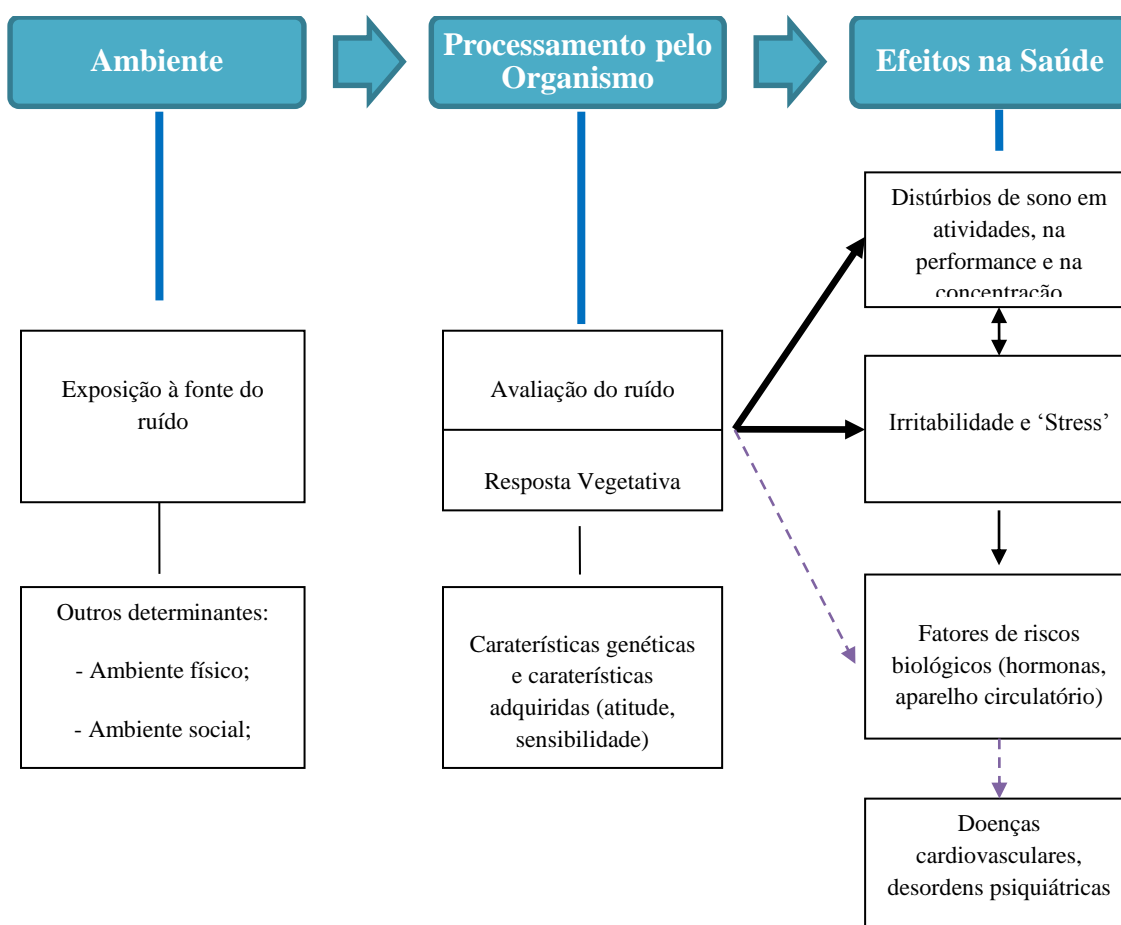


Figura 4 - Mecanismos de interação entre o ruído ambiente e os efeitos na saúde humana.

Fonte: (Eelco Den Boer, 2007).

O ruído ambiente produz efeitos no organismo humano a curto e longo prazo. A exposição a um ambiente de ruído indesejado, poderá originar efeitos adversos, dependendo particularmente do tempo a que o indivíduo esteja exposto ao mesmo (Agency, Good Practice guide on dose exposure and potencial health effects., 2010). A tabela a seguir representa de forma resumida os diversos efeitos do ruído que manifestam sobre a saúde humana, por indicador acústico e consoante o limiar de ruído.

Tabela 1 - Efeitos do ruído na saúde e bem-estar humano.

Efeitos	Dimensão	Indicador de ruído (*)	Limiar (**)	Persistência temporal
Incómodo, distúrbio	Psicossocial, qualidade de vida	<i>Lden</i>	42	Crónica
Distúrbios do sono relatados	Qualidade de vida, saúde somática	<i>Ln</i>	42	Crónica
Sono	Estimulação/despertador, qualidade do sono	<i>Lmax</i> , interior	32	Aguda, crónica
Aprendizagem, memória	Desempenho	<i>Leq</i>	50	Aguda, crónica
Saúde relatada	Bem-estar, saúde	<i>Lden</i>	50	Crónica
Hipertensão	Saúde fisiológica somática	<i>Lden</i>	50	Crónica
Interrupções do sono relatadas	Sono	NE interior	53	Aguda
Doenças cardíacas	Saúde clínica	<i>Lden</i>	60	Crónica

Fonte: (Agency, Good Practice guide on dose exposure and potencial health effects., 2010).

Nota:

(*) – Os indicadores do ruído *Lden* e *Ln* definidos pelo RGR, sendo como nível de exposição no exterior.

O *Lmax* - parâmetro indicador de níveis quer do interior como do exterior.

(**) – O níveis de ruído em dB(A) dos quais produzem ou aumentam efeitos.

O ouvido humano é composto por três partes: ouvido externo; ouvido médio e interno, conforme mostra a Figura 5. Cada uma destas partes tem uma função específica na interpretação do ruído, pelo que o seu comportamento mediante a exposição ao ruído é diferente.

Um dos efeitos mais frequentes sobre o aparelho auditivo é a redução da capacidade auditiva do indivíduo. Resulta da frequência e da intensidade do ruído a que o indivíduo esteja exposto durante um longo período de tempo.

A redução de acuidade auditiva do indivíduo surge quando se mantém a exposição ao ruído excessivo, durante um longo período de tempo. Após a sua exposição, surgem as primeiras manifestações sobre o aparelho auditivo, particularmente um processo de destruição das células ciliadas, sendo numa primeira fase as células internas e, posteriormente as externas (Miguel, 2010).

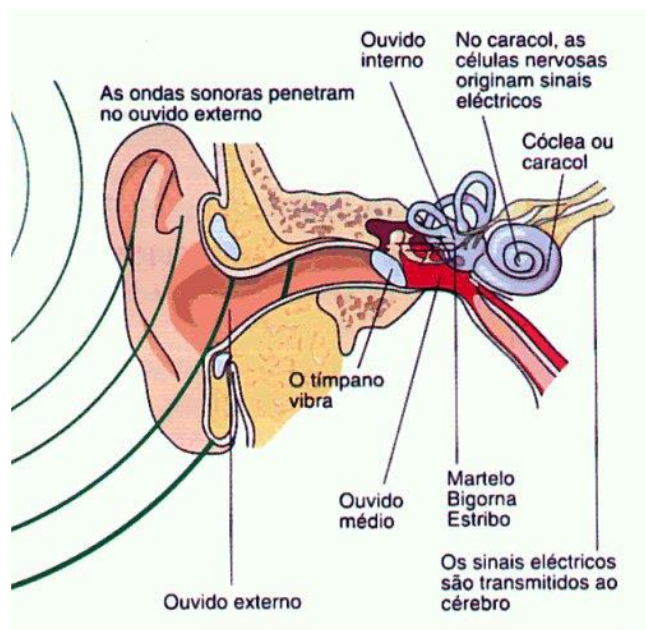


Figura 5 - O ouvido humano.

(Figura adaptada pelo estudo desenvolvido em Ondulatória, por Talita Alves dos Anjos)

O ruído originado pelo tráfego aéreo, embora seja um problema ambiental cada vez mais comum, não tem suscitado efeitos graves no ouvido humano, como por exemplo a perda auditiva. No entanto, as células que constituem o ouvido interno são as mais sensíveis mediante a exposição ao ruído excessivo. Das primeiras manifestações do ouvido humano face à exposição ao ruído, é possível verificar diferentes efeitos auditivos conexos, tais como: alterações das células do ouvido interno; dificuldade em distinguir tipos de sons; distração e dificuldade de percepção, etc.

Tendo em conta a percentagem significativa do incómodo sobre a população e embora os níveis sonoros relacionados com o ruído ambiental, raramente, afetem o sistema auditivo, é essencial o estudo e controlo dos seus efeitos, com uma determinada periodicidade (Barbosa, 2009). Os efeitos mais frequentes destacam-se em perturbações psicológicas ou fisiológicas associadas a reações de 'stress'; problemas nervosos; dificuldades em dormir; perturbações na capacidade de concentração e hipertensão arterial; cansaço e parte associada a sintomas de ansiedade. Destes efeitos, o mais conhecido é a surdez que é provocada pela exposição ao ruído, mesmo quando não seja de elevada intensidade. A surdez em causa corresponde apenas à perturbação funcional e, na maioria das vezes, é reversível. Por exemplo, a exposição a um nível de ruído de 90 decibéis (dB), por um período de 1 (uma) hora durante a semana, pode provocar um tipo de surdez que pode ser reversível. A exposição ao ruído excessivo interfere na comunicação, podendo mesmo suscitar problemas à saúde e causar sinais patológicos, nomeadamente, a perda de atenção, irritabilidade, fadiga, dores de cabeça, aumento da frequência cardíaca e da pressão arterial, vasoconstrição periférica, contração muscular,

aumento da secreção e da mobilidade gástrica, entre outros, quer para o cidadão comum quer para grupos de profissionais mais expostos ao ruído (Barbosa, 2009).

O ruído tem efeitos adversos sobre a saúde humana cuja exposição frequente seja em meios urbanos ou nas proximidades das principais fontes de emissão. Relativamente ao sono, este interfere particularmente na recuperação do sono, tendo assim consequências na saúde. Contudo, alguns investigadores afirmam que ainda está por estabelecer uma relação rigorosa de causa-efeito nas repercussões ao longo prazo das alterações do sono.

Tendo em consideração a análise dos resultados de diversos inquéritos realizados a nível mundial, concluiu-se que uma em cada dez pessoas sofre de perturbações auditivas, admitindo-se a possibilidade desse número incluir os 500 milhões de pessoas. De acordo com o que consta do livro da União Europeia, estima-se que aproximadamente 20% da população europeia esteja exposta a níveis do ruído bastante elevados, provocando distúrbios do sono, irritação, entre outros demais efeitos prejudiciais para a saúde.

Um estudo realizado em 2003, pela Organização Mundial de Saúde (OMS), apresenta os efeitos imediatos mediante a exposição ao ruído sendo, nomeadamente, aumento do número de micro-estímulos e alteração do ciclo de sono; aumento do número de mudanças das estruturas do sono; estímulos longos e frequentes.

Relativamente à exposição ao ruído, quer seja antes, durante ou após o sono, vários estudos afirmam que o ser humano tem a capacidade de se adaptar ao ruído ambiente existente, mas para outros, em muitos casos não é possível essa adaptação, sendo de considerar os efeitos prejudiciais do ruído.

Em diversos tipos de atividades, o ruído pode influenciar negativamente a sua execução normal, bem como a produtividade ou qualidade do produto (resultados) associado às mesmas. As consequências mais comuns são a irritabilidade e a fadiga geral que o ruído pode originar e que estão diretamente ligadas à ocorrência de acidentes (Miguel, 2010).

Geralmente, o ruído em comunidades é indesejável, sobretudo em zonas residenciais mais sensíveis, destacadamente, as escolas e instituições do ensino especializado; hospitais; etc.

4. REGULAMENTO GERAL DO RUÍDO

Com o aumento dos transportes, nos últimos anos, foi necessário a intensificação de esforços relativos ao controlo do ruído por estes originados. Em particular, o tráfego das aeronaves, tornou-se uma das principais razões de preocupação relacionadas com o ambiente, sobretudo, nos países desenvolvidos.

As preocupações referentes ao ruído ambiente e aos seus efeitos sobre a saúde, têm uma história parcialmente longa, tendo em conta os esforços conciliados para o controlo e prevenção do meio ambiente.

Em Portugal, desde os tempos mais remotos, são asseguradas na Constituição Portuguesa de 2 de Abril de 1976, ao abrigo do artigo 66.º, os direitos e deveres relativos ao “Ambiente e qualidade de vida” dos indivíduos, encontrando-se consagrados os seguintes pontos no referido artigo:

1. *“Todos têm direito a um ambiente de vida humano, sadio e ecologicamente equilibrado e o dever de o defender”*
2. *“Incumbe ao Estado, por meio de organismos próprios e por apelo a iniciativas populares:*
 - a) *Prevenir e controlar a poluição e os seus efeitos e as formas prejudiciais de erosão;*
 - b) *Ordenar o espaço territorial de forma a construir paisagens biologicamente equilibradas;*
3. *O cidadão ameaçado ou lesado no direito previsto no n.º 1 pode pedir, nos termos da lei, a cessação das causas de violação e a respetiva indemnização.*
4. *O Estado deve promover a melhoria progressiva e acelerada da qualidade de vida de todos os portugueses.”*

Mais tarde, em 1987, foi promulgado o quadro legal relacionado com a proteção contra o ruído e com o conforto acústico das pessoas. O decreto-lei n.º 251/87, de 24 de Junho foi a primeira legislação sobre o ruído e que entrou em vigor um ano depois da sua aprovação. Foi considerada a legislação pioneira que alertou a população sobre os efeitos que poderiam estar associados a exposição ao ruído excessivo.

Os aspetos nela contemplados eram relacionados com a acústica nos edifícios e o exercício das atividades, estabelecendo requisitos a serem cumpridos na construção de novos edifícios, nomeadamente nos que respeitavam ao isolamento acústico de ruído aéreo e de

percussão bem como as condições específicas de emissão de ruído, exigidas no licenciamento dos estabelecimentos comerciais, de serviços ou similares.

Relativamente ao plano de zonamento do uso do solo, o decreto-lei n.º 251/87, incluía processos para classificação acústica de zonas urbanizadas, tendo em conta a caracterização dos níveis de ruído existentes. A classificação acústica era realizada em função das três zonas acústicas definidas, sendo: *pouco ruidosa; ruidosa e muito ruidosa*.

O livro verde sobre o ruído fez com que, em 2000, o decreto-lei n.º 251/87 fosse substituído, com a publicação de novas disposições legislativas e de acordo com os seus princípios. Após a publicação dessas novas disposições, o campo de ação do regulamento acústico português foi subdividido em dois ramos, sendo:

- o primeiro relacionado com as condições acústicas dos edifícios, estabelecendo a correspondência entre os dois documentos legais através do elemento fachada;
- por outro lado, surgem requisitos relacionados com a acústica ambiental.

Importa realçar que a origem do decreto-lei n.º 292/2000, de 14 de Novembro, correspondente ao Regulamento Legal da Poluição Sonora (RLPS), deu-se com a publicação dos requisitos relativos à acústica ambiental.

Dois anos depois, a fim de controlar e minimizar a poluição sonora e seus efeitos adversos foram criados diversos diplomas desta matéria com o propósito de estabelecer ações que previnam e salvaguardem a saúde e bem-estar da população, sendo a Diretiva 2002/49/CE considerada mais importante (Parliament, 2002).

O decreto-lei n.º 293/2003, de 19 de Novembro, estabeleceu as regras e os procedimentos para a introdução das restrições de operações relacionadas com ruído nos aeroportos, sendo aplicados ao transporte aéreo comercial e aviação em geral. O respetivo decreto-lei transpôs a Diretiva 2002/30/CE relativa ao estabelecimento de regras e procedimentos para a introdução de restrições de operações relacionadas com o ruído nos aeroportos comunitários. O objetivo global destes diplomas é a prevenção e o controlo de ruído em todas as zonas onde possa existir a ocupação humana sensível.

Posteriormente, e com a transposição da Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, foi promulgado o decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho. Este diploma respeita a avaliação e gestão do ruído ambiente e constitui, também, a Diretiva do Ruído Ambiente (DRA). Conclui-se que, com a entrada em vigor deste diploma, tornou-se necessário proceder alterações ao Regime Legal sobre Poluição Sonora (RLPS). Essas

alterações possibilitaram não só a compatibilidade do RLPS com as normas aprovadas, como também estabelecer indicadores de ruído ambiente concisos e coerentes. Isto porque, o ruído passou a ser considerado como o fenómeno cada vez mais influente sobre a saúde e o bem-estar da população. Consequentemente, surgiu o novo quadro legal relativo ao ruído ambiente, implementado pela entrada em vigor do decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova o RGR.

O novo quadro legal relativo ao ruído ambiente consiste no decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, que aprova o Regulamento Geral de Ruído (RGR) e no decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, que transpõe a Diretiva n.º 2002/49/CE, do Parlamento Europeu e do Conselho, de 25 de Junho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente.

O âmbito do RGR é mais amplo do que o da avaliação e gestão do ruído ambiente, aplicando-se às atividades ruidosas permanentes e temporárias, às infraestruturas de transporte e às outras fontes de ruído suscetíveis de causar incomodidade e ainda ao ruído da vizinhança. A avaliação e gestão do ruído ambiente estabelece um regime especial para as grandes infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário, aéreo e para as aglomerações de maior expressão populacional. Assim, o RGR aprovado pelo decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, constitui o diploma legal fundamental em matéria de prevenção e controlo da poluição sonora, estabelecendo o regime de prevenção e controlo, com vista a salvaguarda da saúde humana e o bem-estar da população.

Para além dos diplomas acima referidos, encontram-se igualmente em vigor outros elementos essenciais e que devem ser aplicados conjuntamente com o RGR, e a DRA. São nomeadamente:

- Guia prático para medições de ruído ambiente (João Matos, 2011), que foi publicado pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA). A sua finalidade principal é auxiliar na aplicação da NP ISO 1996:2011, harmonizando todos os procedimentos de medição para a determinação dos indicadores de longa duração e verificação do cumprimento dos requisitos acústicos estabelecidos pelo RGR.
- Diretrizes para elaboração de mapas de ruído (Guedes, 2011), que visam harmonizar as metodologias de elaboração de mapas de ruído no que respeita à cartografia base e dados de entrada, métodos de cálculo e validação de resultados.

4.1. RUÍDO AMBIENTE

O ruído ambiente é definido pelo RGR do decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, como “*ruído global observado numa dada circunstância e num determinado instante, devido ao conjunto das fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado*”. O decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, relativo à avaliação e gestão do ruído ambiente, define-o como “*o som externo indesejado ou prejudicial gerado por atividades humanas, incluindo o ruído produzido pela utilização de grandes infraestruturas de transporte rodoviário, ferroviário e aéreo e instalações industriais*”. Pode concluir-se que estes conceitos são significativamente diferentes, mas não deixam de ser válidos. Para o primeiro conceito, é ideal a monitorização em contínuo por si só, e para o segundo, a monitorização em contínuo necessita de ser acompanhada por alguma forma de desprezar os sons pretendidos e não prejudiciais para a população, sobretudo os que são gerados por atividades não humanas (Rosão, 2011).

Atualmente, são inúmeras as fontes de ruído existentes no meio urbano e que podem estar na origem de incómodo destacando-se, particularmente, ruído proveniente do tráfego (rodoviário, ferroviário e aéreo); das atividades industriais; obras de construção civil; unidades de comércio e serviços; entre outras. A complexidade destas atividades, bem como a sua interação com os diversos outros fatores associados, contribuem largamente para o incómodo, sobretudo quando gerados no período noturno. É importante salientar que mesmo que os níveis de pressão sonora não sejam suscetíveis de deteriorar o sistema auditivo humano, as consequências ao nível da saúde são diversas e variam consoante o tempo de exposição.

Segundo um estudo realizado pela Organização Mundial da Saúde (OMS), no ano 2003, assegura que para evitar o incómodo de ruído elevado no meio urbano, nos períodos diurno e entardecer, o seu nível médio de ruído deve situar-se abaixo dos 55 dB(A); e no período noturno para evitar distúrbios de sono não deve exceder os 30 dB(A). A OMS afirma, porém, que os níveis da pressão sonora existentes em maioria das comunidades integradas no estudo, excedem os respetivos valores (OMS, 2003).

Geralmente, o ruído ambiente é um fenómeno que requer cada vez mais esforços de toda a sociedade para que seja devidamente controlado, de modo a reduzirem os seus efeitos sobre a população. No entanto, a existência de meios adequados, nomeadamente, regulamentos e procedimentos técnicos para a avaliação e gestão do ruído ambiente, é essencial para que o ruído seja monitorizado e controlado de maneira a que, conseqüentemente, resulte o mínimo de impactes possíveis.

A avaliação do ruído ambiente, é feita através de recolha das amostras para cada um dos três períodos de referência estabelecidos pelo RGR, isto é, o indicador do período diurno (L_d); entardecer (L_e) e o noturno (L_n). Posteriormente, é necessário calcular o indicador de ruído diurno-entardecer-noturno (L_{den}), expresso em dB(A), associado ao incómodo global e obtido pela seguinte expressão (de acordo com o estipulado na alínea j) do art.º 3 do RGR):

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

Resumindo e transcrevendo literalmente o estabelecido pelo n.º 1 do art.º 11 do decreto-lei n.º 9/2007, em função da classificação de uma zona como mista ou sensível, devem ser respeitados os seguintes critérios:

- As zonas mistas não devem ficar expostas ao ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As zonas sensíveis não devem ficar expostas ao ruído ambiente exterior superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} e superior a 45 dB(A), expresso pelo indicador L_n ;
- As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte aéreo não devem ficar expostas ao ruído ambiente exterior superior a 65 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} e superior a 55 dB(A), expresso pelo indicador L_n .
- As zonas sensíveis em cuja proximidade esteja projetada, à data de elaboração ou revisão do plano municipal de ordenamento do território, uma grande infraestrutura de transporte que não aéreo não devem ficar expostas a ruído ambiente exterior superior a 60 dB(A), expresso pelo indicador L_{den} , e superior a 50 dB(A), expresso pelo indicador L_n .

Para uma zona que não tenha classificação e, sendo esta aprovada no plano municipal de ordenamento de território, aplicam-se aos recetores sensíveis os valores-limite do indicador L_{den} igual ou inferior a 63 dB(A) e L_n igual ou inferior a 53 dB(A).

Os respetivos valores-limite são apresentados na tabela a seguir, por tipo de zonas (classificadas como sensíveis, mistas e/ou não classificadas) referentes aos indicadores do ruído L_{den} e L_n :

Tabela 2 – Valores limite de exposição ao ruído ambiente.

Indicadores	Valores limite de exposição – dB(A)		
	Zona sensível	Zona mista	Zona não classificada
L_n	45	55	53
L_{den}	55	65	63

Fonte: Regulamento Geral do Ruído.

De acordo com o RGR, os recetores sensíveis isolados não integrados em zonas classificadas, por estarem localizados fora dos perímetros urbanos, são equiparados em função dos usos existentes na sua proximidade, às zonas sensíveis ou mistas, para efeitos de aplicação dos correspondentes valores limite estabelecidos legalmente. Para efeitos de verificação de conformidade dos valores estabelecidos, a avaliação deve ser efetuada junto do ou no recetor sensível, por uma das seguintes formas:

- Realização de medições acústicas;
- Consultas dos mapas de ruído, desde que a situação em verificação seja passível de caracterização através dos valores neles representados.

Importa finalmente relembrar que as zonas (sensíveis ou mistas) com ocupação expostas a ruído ambiente que exceda os valores limite fixados, devem ser objeto de planos municipais de redução de ruído, cuja elaboração é da responsabilidade das autarquias.

Relativamente ao critério de incomodidade, o RGR estabelece, através dos parâmetros para a aplicação do critério de incomodidade definidos no Anexo I do mesmo, que o valor do L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular deve ser corrigido de acordo com as características tonais ou impulsivas do ruído particular.

O modo de obter as características tonais do ruído dentro do intervalo de tempo de medição, consiste em verificar, no espectro de um terço da banda oitava, se o nível sonoro de uma banda excede o das adjacentes em pelo menos 5 dB(A) e, sendo o caso, o ruído é considerado tonal. Quanto à impulsividade do ruído, o método utilizado para obter as suas características dentro do intervalo de tempo de medição, consiste em determinar a diferença entre o nível sonoro contínuo equivalente, L_{Aeq} , medido em simultâneo com a característica impulsiva e *fast*.

O critério de incomodidade é determinado através da diferença entre o valor do indicador L_{Aeq} do ruído ambiente determinado durante a ocorrência do ruído particular em avaliação e o valor do indicador L_{Aeq} , do ruído residual, diferença que não pode exceder 5 dB(A) no período diurno, 4 dB(A) no período entardecer e 3 dB(A) no período noturno, tendo em conta os aspetos considerados no Anexo I do respetivo regulamento.

Relativamente à temática deste estudo, pode dizer-se que o ruído é quantificável pelos níveis da pressão sonora existentes, que é objetivo e mensurável podendo ser facilmente comparado com os indicadores legalmente estabelecidos.

4.2. ELABORAÇÃO DE MAPAS DE RUÍDO

Os mapas de ruído são uma representação gráfica que descreve os níveis de ruído ambiente exterior numa determinada área, expressos pelos indicadores de ruído L_{den} e L_n , traçados num documento onde se apresentam as linhas isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais correspondem uma determinada classe de valores expressos em dB(A).

Trata-se de um instrumento fundamental para informação do ambiente sonoro existente ou previsto, por forma a enquadrar a preparação dos respetivos instrumentos de ordenamento do território e dar cumprimento ao estabelecido no n.º 5 do artigo 4º do RGR.

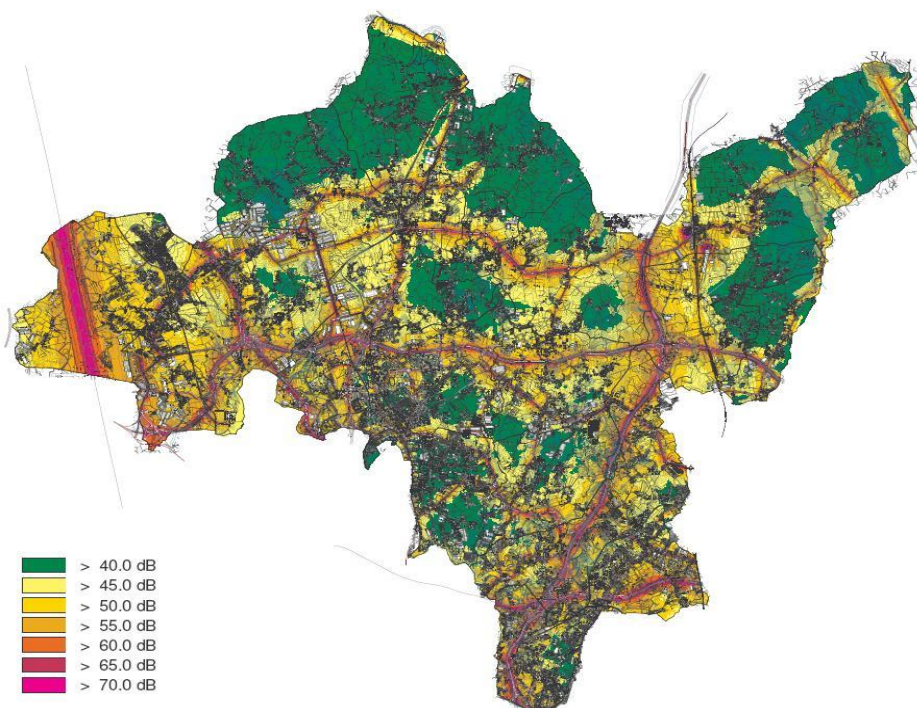


Figura 6 - Exemplo do mapa de ruído.

Os mapas de ruído constituem, essencialmente, um meio de diagnóstico, visto que revelam de forma detalhada as características locais relativas à emissão sonora derivada das diferentes fontes. Assim, considera-se os mapas de ruído como uma ferramenta estratégica relevante para apoio, análise e planeamento dos aspetos que respeitam ao ruído ambiente, uma vez que a sua observação, permite:

- Identificar as áreas cujos níveis do ruído ambiente excedem os valores limite estipulados legalmente e que, sendo o caso, devem ser alvo de planos de redução do ruído;
- Identificar as respetivas fontes da emissão sonora;
- Identificar as áreas que não devem ser utilizadas para a construção de novos edifícios, em que sejam desenvolvidas atividades com sensibilidade ao ruído.

Entretanto, os mapas de ruído são também um meio que permite quantificar os níveis do ruído ambiente existentes numa determinada área de estudo, possibilitando a identificação dos locais que, pela sua qualidade acústica, poderão condicionar alguns usos, tais como: a utilização de espaços de lazer e recreio, a construção de novos edifícios de habitação, etc.

O decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, transpõe para o direito jurídico interno, a Diretiva 2002/49/CE, de 25 de Julho, relativa à avaliação e gestão do ruído ambiente, definindo a elaboração de mapas do ruído como “uma abordagem comum para evitar, prevenir ou reduzir, numa base prioritária, os efeitos prejudiciais da exposição ao ruído ambiente”. Neste contexto, refere ainda que para cumprir estes objetivos, deverá ser determinada a exposição ao ruído ambiente através da elaboração de mapas do ruído, com base em métodos de avaliação comuns aos estados membros.

O processo de mapeamento serve de apoio básico para as entidades que executam tarefas na área do ruído ambiental.

Entretanto, os mapas de ruído surgem assim, no âmbito da acústica, como uma ferramenta de decisão, visto que os dados neles apresentados permitem uma leitura, interpretação e melhor compreensão relativas às características da (s) área (s) que se pretende realizar um estudo. É importante referir que, no processo de mapeamento do ruído existe uma relação muito estreita entre o modelo digital e a realidade. Ou seja, o modelo é válido apenas dentro do seu domínio de pertinência, correspondendo ao resultado da intersecção dos obstáculos inerentes aos elementos como: modelo geométrico (altimetria do terreno);

caraterização da fonte do ruído; e modelo de propagação, conforme especificados no ponto correspondente às diretrizes para elaboração dos mapas de ruído, estabelecidas pela APA.

A responsabilidade para a elaboração dos mapas de ruído é das autarquias que têm como objetivo apoiar na elaboração, análise, revisão e alteração dos planos municipais de ordenamento do território. Por outro lado, o artigo 5.º do decreto-lei n.º 9/2007, atribui à APA a responsabilidade de colaborar tecnicamente com as entidades competentes na elaboração de planos de redução de ruído, bem como no estabelecimento das diretrizes para a elaboração dos mapas de ruído.

“1 – Incumbe ao Instituto do Ambiente:

- a) Prestar apoio técnico às entidades competentes para elaborar mapas de ruído e planos de redução de ruído, incluindo a definição de diretrizes para a sua elaboração;*
- b) Centralizar a informação relativa ao ruído ambiente exterior;”.*

4.3. PLANOS MUNICIPAIS DE REDUÇÃO DE RUÍDO

O controlo e a prevenção da poluição sonora constituem objetivos essenciais do RGR para a salvaguarda do ambiente, saúde e bem-estar da população. São considerados parte integrante das políticas do controlo ambiental e ordenamento de território. Desta forma, a legislação em vigor relativa ao ruído ambiental tem por objetivo prevenir e minimizar os efeitos nocivos da exposição ao ruído proveniente de uma determinada fonte. Para isso, é fundamental definir a política do controlo e redução de ruído a par das restantes, com vista a serem aplicadas as medidas estratégicas, em casos que se verifique o incumprimento dos valores limite estipulados pela legislação específica. Assim, sempre que confirmada a existência dos níveis de ruído elevados e que excedam os valores limite, será necessário o estabelecimento de medidas adequadas para a sua redução.

De acordo com o disposto do art. 8º do decreto-lei n.º 9/2007, as zonas sensíveis ou mistas cuja exposição ao ruído ambiente exceda os valores limite estabelecidos pelo RGR, devem ser objeto de planos municipais de redução de ruído.

O plano municipal de redução de ruído (PMRR), em conjunto com a carta de classificação de zonas e mapas de ruído, possibilitam o acesso às informações referentes a:

- Identificação dos locais em que os níveis de ruído excedam os valores limite estabelecidos legalmente;

- Descrição das necessidades primárias de redução de ruído, independentemente da origem do incómodo;
- Seleção e implementação das medidas de redução sonora prioritárias, quando o motivo do incumprimento é da responsabilidade das autarquias.

O PMRR contempla as fontes de ruído cujo funcionamento suscita o incómodo para quem permaneça em locais onde se faça sentir os seus efeitos. Assim, é necessário estabelecer medidas prioritárias referentes a zonas sensíveis ou mistas expostas a níveis de ruído que excedam em mais de 5 dB(A) os valores estabelecidos pelo RGR.

Para os municípios de média e grande dimensão (com população superior a 100.000 habitantes e uma densidade populacional superior a 2500 habitantes/km²), que em termos acústicos, estão sujeitos não só ao RGR, como também à DRA, a gestão dos problemas e efeitos do ruído é assegurada através de planos de ação.

O RGR atribui especial responsabilidade aos municípios que são incumbidos de tomarem todas as medidas necessárias e adequadas para o controlo e minimização dos incómodos locais, originados pelo ruído de quaisquer fontes, incluindo as que ocorram sob a sua orientação (art.º 4, n.º 3 do decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro).

Face ao exposto pelo decreto-lei n.º 9/2007, de 17 de Janeiro, apresenta-se a tabela 3 com o das atribuições às autarquias em matéria de prevenção e controlo da poluição sonora. Todos os documentos mencionados nesta tabela fazem parte integrante das políticas de desenvolvimento económico-social e ambiental e do ordenamento de território.

Para o controlo do ambiente sonoro, uma das formas mais apropriadas é a fiscalização do cumprimento dos seus valores limites legais estabelecidos, conforme o disposto do artigo 26.º, alíneas b) e d) do RGR. Esta medida implica necessariamente a promoção da realização de medições acústicas adequadas para o apuramento dos parâmetros legalmente fixados.

Mediante a realização de medições acústicas devem os municípios dotarem-se dos meios necessários para tal, ou recorrer às empresas privadas para a realização das respetivas medições acústicas, enquanto não tiver os meios próprios, suportando os custos inerentes.

Tabela 3 - Resumo das atribuições às autarquias em matéria de prevenção e controlo da poluição sonora.

Referência do artigo do RGR	Regulamento Geral de Ruído: Atribuições das autarquias
Art. 6º, n.º2	Classificação, delimitação e a disciplina das zonas sensíveis e/ou mistas.
Art. 7º, n.º1	Elaboração de mapas de ruído para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos municipais e dos planos de urbanização.
Art.7º, n.º2	Elaboração de relatórios sobre recolha de dados acústicos para apoiar a elaboração, alteração e revisão dos planos de pormenor.
Art. 8º, n.º 1 e 2	Elaboração de planos municipais de redução de ruído, considerando prioritárias às zonas cujos níveis de ruído excedam os valores limite em mais de 5 dB(A).
Art. 10º	Apresentar à Assembleia Municipal, de dois em dois anos, um relatório sobre o estado do ambiente acústico.
Art. 12º	Atribuições em matéria de controlo prévio e licenciamento das operações urbanísticas
Art. 15º	Atribuições e condições relativas ao exercício de atividades ruidosas temporárias.
Art. 26º, alínea b) e d)	Fiscalização do cumprimento dos valores limite estabelecidos.

Fonte: Regulamento Geral de Ruído.

5. METODOLOGIA

A metodologia adotada para a realização deste projeto envolveu a aplicação de inquéritos de modo a averiguar a perceção da população relativa ao incómodo de ruído originado pelas aeronaves; e a realização das medições acústicas, em diferentes locais da cidade do Porto, sendo em 3 (três) períodos do dia, com vista a obter níveis de ruído ambiente existentes e quantificar o seu acréscimo provocado pelo tráfego das aeronaves.

5.1. CARACTERIZAÇÃO DO AEROPORTO FRANCISCO SÁ CARNEIRO

O aeroporto Francisco Sá Carneiro, está localizado no Grande Porto, na zona de convergência entre os concelhos de Maia, Matosinhos e Vila do Conde, na cidade do Porto e com subúrbio de Pedras Rubras na Maia, como demonstrado na Figura 7. Foi inaugurado a 3 de Dezembro de 1945 e com a designação de Aeroporto de Pedras Rubras. Relativamente ao serviço de transportes aéreos, inicialmente, a cidade do Porto era servida pelo aeródromo de Espinho, construído em 1935 pela Aeronáutica Militar, com apenas um voo proveniente de Lisboa de um aparelho da companhia de transportes aéreos.

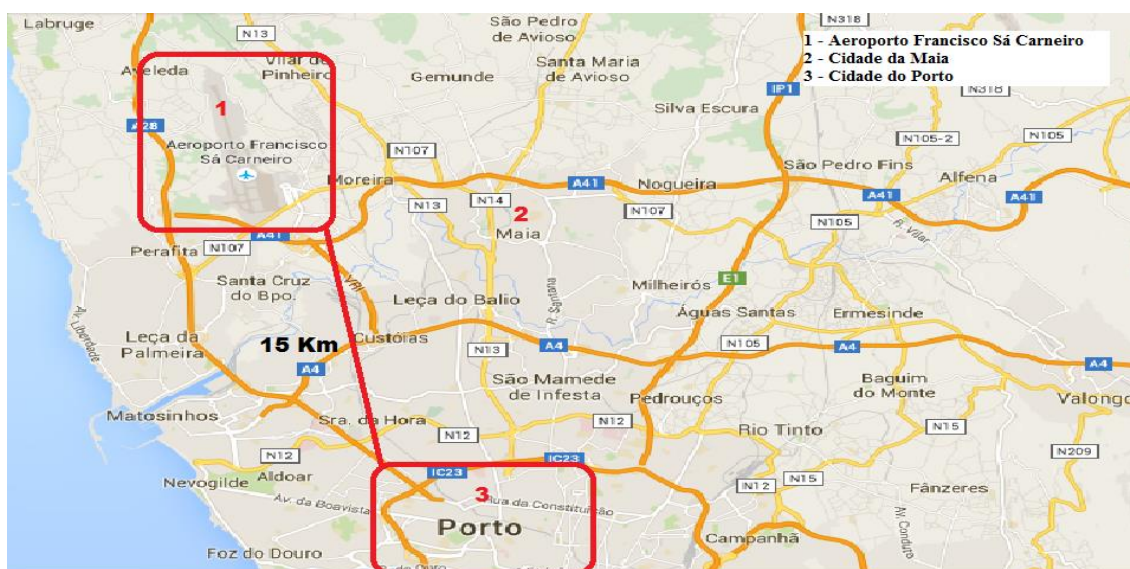


Figura 7 - Localização do aeroporto Francisco Sá Carneiro.

O primeiro voo internacional teve lugar no ano 1956 e, quatro anos mais tarde, foi dado o início ao serviço de voos regulares com destino a Londres.

Dado o crescimento da procura do aeroporto, em 1975, a pista foi aumentada para 3480 metros o que fez com que, cinco anos mais tarde, fosse inaugurado um terminal de carga. A alteração do nome do aeroporto para Francisco Sá Carneiro deu-se com a inauguração da nova

aerogare e foi, assim, homenageado o antigo primeiro-ministro de Portugal, falecido a 4 de Dezembro de 1980 num desastre de avião em Lisboa quando viajava precisamente para Pedras Rubras.

Hoje, o aeroporto Francisco Sá Carneiro é considerado o melhor aeroporto de Portugal em termos de espaços na aerogare e, no que respeita a movimentos aéreos de carga e de passageiros, é o segundo maior de Portugal (atrás de Lisboa e à frente de Faro). Tem sido reconhecido internacionalmente, sobretudo, pela qualidade das suas instalações e dos serviços que tem prestado aos passageiros.

Constituído por uma pista com as cabeceiras 17/35 com 3480 metros de comprimento, 55 metros de largura asfaltada e sendo o limite das linhas de pista 45 metros, o aeroporto foi edificado com condições para poder ser facilmente expandido. Assim, tendo havido o aumento do número de passageiros, a sua capacidade foi alargada de 5 para 10 milhões de passageiros por ano e estima-se, futuramente, de 10 para 15 milhões de passageiros por ano. Ainda assim, presume-se que os locais contíguos serão expandidos ao atual aeroporto.

Atualmente, são 19 companhias com rotas diárias ao aeroporto Francisco Sá Carneiro, e no ano 2014 foi registado um movimento de aproximadamente 8 milhões de passageiros; 35 mil toneladas de carga e 62 mil voos. Recentemente, o aeroporto foi galardoado como o melhor do mundo na categoria de aeroportos até 5 milhões de passageiros.

O RGR, no seu art. 20º, estabelece que:

- São proibidas nos aeroportos e aeródromos não abrangidos pelo disposto no decreto-lei n.º 293/2003, de 19 de Novembro, a aterragem e descolagem de aeronaves civis entre as 0 e as 6 horas, salvo por motivo de força maior.
- Por portaria conjunta dos membros do Governo responsáveis pelas áreas dos transportes e do ambiente, pode ser permitida a aterragem e a descolagem de aeronaves civis entre as 0 e as 6 horas nos aeroportos e aeródromos que disponham de um sistema de monitorização e simulação de ruído que permita caracterizar a sua envolvente relativamente ao *Lden* e *Ln* e determinar o número máximo de aterragens e descolagens entre as 0 e as 6 horas, de forma a assegurar o cumprimento do critério de exposição máxima.

A respetiva portaria fixa em função dos resultados do sistema de monitorização e de simulação do ruído, o número máximo de aterragens e descolagens permitido na infraestrutura de transporte aéreo entre as 0 e as 6 horas, a identificação das aeronaves abrangidas em função

do nível de classificação sonora de acordo com as normas da Organização da Aviação Civil Internacional (OACI), bem como outras restrições de operação.

De realçar que o decreto-lei n.º 293/2003, de 19 de Novembro, é o diploma que estabelece as regras de introdução das restrições de operação relacionadas com o ruído nos aeroportos, das quais o aeroporto Francisco Sá Carneiro também está abrangido. Do seu art. 2º pode verificar-se que as respetivas regras visam atingir objetivos, tais como:

- Limitar ou reduzir o número de pessoas afetadas pelos efeitos nocivos do ruído;
- Promover um desenvolvimento da capacidade aeroportuária que respeite o ambiente;
- Favorecer a realização de objetivos específicos de redução do ruído a nível de cada aeroporto e permitir uma escolha entre as medidas possíveis para obter o máximo benefício para o ambiente ao menor custo.

Pelo estipulado na portaria n.º 831/2007, de 1 de Agosto, conclui-se que no aeroporto Francisco Sá Carneiro estão reunidas as condições que permitem a realização de movimentos aéreos entre as 0 e as 6 horas, com as restrições de operação constantes na respetiva portaria, considerando exclusivamente as aterragens e descolagens das aeronaves civis.

Visto não ser permitida a realização de movimentos aéreos no aeroporto Francisco Sá Carneiro, no período entre as 0 e as 6 horas, são aplicados pela portaria n.º 831/2007, algumas restrições de operação como:

- A não permissão de movimentos aéreos que não estejam relacionados com a aviação comercial ou de trabalho aéreo;
- O número máximo de movimentos aéreos permitido nesse período é de 11 movimentos diários, 70 semanais e 2100 anuais.

Ainda pelo estipulado no n.º 2 do art.º 2 da mesma portaria, verifica-se que a autorização de movimentos aéreos entre as 0 e as 6 horas está igualmente condicionada à classificação das aeronaves quanto às emissões sonoras, tendo em conta os níveis de emissão estabelecidos pela OACI. De acordo com o determinado no n.º 1 do art.4º, todas as aeronaves autorizadas a efetuar aterragens e descolagens no aeroporto Francisco Sá Carneiro devem, no entanto, obedecer às características técnicas conformes aos requisitos estabelecidos pela OACI.

Para verificar a conformidade dos requisitos consagrados legalmente, a entidade gestora do aeroporto Francisco Sá Carneiro deve comunicar ao Instituto Nacional de Aviação Civil (INAC) e à APA, até 31 de Março, os elementos relativos ao ano anterior. Estes elementos são, particularmente, o relatório de monitorização do ruído e os mapas de ruído que evidenciem o cumprimento dos valores limite estabelecidos pelo RGR; a informação relativa ao número de movimentos aéreos verificados no período das 0 e as 6 horas, identificando os casos de força maior consagrados na portaria n.º 831/2007; e a informação relativa à classificação das aeronaves.

5.2. ÁREA DE ESTUDO

O aeroporto Francisco Sá Carneiro está localizado a 15 km do centro da cidade do Porto. Tendo em conta as atuais rotas do tráfego das aeronaves e uma vez verificada a sua influência sobre o centro da cidade, considerou-se necessário a seleção dos diversos locais pertencentes, exclusivamente ao Porto. Para isso, foram distinguidos os diferentes locais, de forma a abranger todas as freguesias do Porto, para posterior recolha de resultados através de medições acústicas, permitindo avaliar o nível de incómodo existente.



Figura 8 - Mapa do Porto – Aeroporto Francisco Sá Carneiro e áreas abrangidas no estudo.

Como pode verificar-se na Figura 8, foram selecionados 13 (treze) locais, distanciados uns dos outros, e considerados representativos de toda a área da cidade do Porto. As características do ruído das aeronaves, em conjunto com o ruído proveniente de outras fontes, que cada zona apresenta, poderão de algum modo provocar o incómodo ou efeitos sobre a saúde das pessoas.

Considerando a existência do incómodo de ruído originado pelo tráfego das aeronaves, foi realizada uma campanha de medições acústicas com o objetivo de avaliar os níveis do ruído existentes com e sem tráfego aéreo, permitindo quantificar o acréscimo instantâneo e global, em cada local e em cada período, provocado pela passagem de aeronaves.

A tabela a seguir identifica os locais do Porto nos quais foram realizadas as medições acústicas:

Tabela 4- Locais em que foram realizadas as medições acústicas.

Local n.º	Identificação	Classificação acústica
1	Parque da Cidade	Sensível
2	Rua do Molhe	Mista
3	Praça de Pedra Verde	Mista
4	Museu de Arte Contemporânea da Fundação Serralves	Sensível
5	Rua António Cardoso	Mista
6	Rua Maria Peregrina de Sousa – Prelada	Sensível
7	Quinta do Covelo	Sensível
8	Rua da Nau Vitória	Mista
9	Praça da Ilha Brava	Mista
10	Parque de São Roque	Sensível
11	Parque “Águas do Porto” – Rua Barão de Nova Sintra	Sensível
12	Travessa da Lapa	Mista
13	Jardins Palácio do Cristal	Sensível

Fonte: Autor.

A seleção dos locais referidos na Tabela 4, foi efetuada com o auxílio da carta de classificação de zonas (Anexo III), permitindo distingui-los consoante a sua classificação acústica, isto é, sensíveis ou mistas.

Para além da carta de classificação de zonas, foram considerados como critérios de seleção dos locais, os elementos como:

- Representatividade;
- Sensíveis e mistas, visto terem os valores limite de exposição (VLE) diferentes;
- Zonas movimentadas (ruído residual elevado) e zonas mais calmas (ruído residual menor).

5.3. QUESTIONÁRIO À POPULAÇÃO

Foi elaborado um modelo de questionário de perguntas diretas e composto por um conjunto de 13 (treze) questões, destinado exclusivamente à população da cidade do Porto (Anexo I). Os indivíduos não residentes da cidade do Porto não foram considerados neste âmbito, por motivo de ausência da sua perceção e interação relativas ao incómodo de ruído originado pelas aeronaves que sobrevoam a cidade. A finalidade da realização do questionário foi, não só avaliar a perceção da população relativa ao incómodo, gerado pelo ruído das aeronaves, como também, permitir concretizar quais os locais mais afetados da cidade para, posteriormente, se comparar essa informação qualitativa com os resultados quantitativos das medições. Assim, foram selecionados 13 (treze) locais, todos pertencentes do Porto sendo, em cada local, aplicados 25 (vinte e cinco) questionários.

O questionário, composto por questões diretas, foi considerado como a melhor técnica para averiguar se o ruído gerado pelas aeronaves incomoda a população da cidade do Porto, pois considerou-se que, as respostas às questões diretas seriam mais explícitas e de melhor interpretação do que as que se obteriam se fossem consideradas questões indiretas ou comparativas, já que seria mais fácil compreendê-las e, conseqüentemente, transmitir de forma objetiva as suas opiniões.

Com a aplicação do questionário, pretendeu identificar-se quais os locais da cidade do Porto em que o tráfego aéreo é mais sentido e incomodativo, qual o período mais crítico e perceber de que forma o ruído provocado pelo mesmo interfere com a população da cidade.

Posteriormente, foi verificada a coincidência dos resultados obtidos da aplicação do questionário com os das medições acústicas realizadas.

Os resultados obtidos na aplicação do questionário realizado e o seu tratamento detalhado são apresentados no Anexo II. A sua análise permitiu concluir que existe uma

diferença notável, tendo em conta as opiniões dos inquiridos, relativas ao incómodo originado pelo ruído das aeronaves.

5.4. CAMPANHA DE MEDIÇÃO DE RUÍDO

A segunda fase deste projeto consistiu na realização de medições acústicas em diferentes locais da cidade do Porto, precisamente nos mesmos locais onde foi efetuado o inquérito à população, a fim de obter os níveis de ruído ambiente existentes e avaliar o nível de afetação do ruído originado pelas aeronaves.

As medições acústicas foram realizadas com recurso a um sonómetro integrador de classe 1, da marca 01dB, modelo *Solo Black Edition*, equipado com um microfone da mesma marca, ambos certificados pelo IPAC e com o certificado de calibração válido até o ano 2016, demonstrado no Anexo V.

Antes e após cada série de medições, foi efetuado o ajuste do equipamento, sendo utilizado o modelo calibrador.

Relativamente a utilização do equipamento de medição, foram considerados os aspetos e indicadores estabelecidos pelo guia da APA, particularmente, a posição a que deve estar o sonómetro durante a recolha de dados.

Na Tabela 6 é apresentada a data, hora de início e duração de cada medição realizada em cada local e em cada período.

A recolha de dados, através das medições, começou por ser efetuada no dia 6 (seis) de Julho de 2015, no Parque da Cidade, prosseguindo posteriormente outros locais considerados no estudo. O equipamento de medição utilizado foi disponibilizado pela Escola Superior de Tecnologia e Gestão de Felgueiras (ESTGF), sendo acompanhado por um tripé que permitiu o seu suporte e correto posicionamento durante as medições, como ilustra a Figura 9.



Figura 9 - Sonómetro posicionado no Museu de Arte Contemporânea - Serralves.

Fonte: Autor.

Como já referido, foram seleccionados 13 (treze) locais, abrangendo todas as freguesias do Porto, para a recolha de dados através da realização de medições acústicas. As medições foram realizadas por períodos, conforme estipulado pelo RGR, sendo: diurno; entardecer e o noturno. Em cada local considerado, foi efetuado, por regra, um total de 6 (seis) medições para o período diurno; 4 (quatro) para o entardecer e 4 (quatro) para o noturno, em 2 (dois) dias distintos. A duração mínima de cada medição foi de 15 (quinze) minutos.

Tabela 5 - Locais de medição, tipo de zona, hora de início e duração.

Local	Tipo de zona	Período	Data	Hora início	Duração
1	Sensível	D	06-07-2015	17h39	14:53
			06-07-2015	17h59	19:11
			06-07-2015	18h23	17:17
			21-07-2015	14h49	19:08
			21-07-2015	15h11	20:08
			21-07-2015	15h35	21:15
		E	06-07-2015	22h15	13:42
			22-07-2015	21h25	20:14
			22-07-2015	21h48	20:30
		N	22-07-2015	23h00	16:34
			22-07-2015	23h18	16:14
			24-07-2015	23h57	24:56
25-07-2015	00h22		20:14		
2	Mista	D	21-07-2015	17h35	26:35
			21-07-2015	18h13	19:39
			21-07-2015	18h44	19:22
			24-07-2015	18h28	25:50
			24-07-2015	18h56	21:06
			24-07-2015	19h18	20:26
		E	22-07-2015	20h09	21:04
			22-07-2015	20h32	20:16
			24-07-2015	20h01	15:40
			24-07-2015	20h19	16:34
		N	23-07-2015	00h02	17:04
			23-07-2015	00h21	16:28
			24-07-2015	23h01	16:20
			24-07-2015	23h18	16:32
		3	Mista	D	06-07-2015
06-07-2015	12h13				24:55
06-07-2015	12h41				18:29
08-07-2015	11h36				26:40
08-07-2015	12h06				23:30
08-07-2015	12h32				27:58
E	06-07-2015			20h04	20:58
	06-07-2015			20h29	28:57
	08-07-2015			21h39	19:14
	08-07-2015			22h01	29:38
N	06-07-2015			23h14	18:50
	06-07-2015			23h33	20:43
	08-07-2015			23h01	17:59
	08-07-2015			23h21	17:47
4	Sensível			D	08-07-2015
		08-07-2015	14h59		22:16
		08-07-2015	15h23		19:13
		21-07-2015	10h20		24:15

Local	Tipo de zona	Período	Data	Hora início	Duração		
			21-07-2015	11h20	21:00		
			21-07-2015	12h54	21:00		
		E	06-07-2015	21h24	16:37		
			06-07-2015	21h45	16:53		
			08-07-2015	20h04	19:31		
			08-07-2015	20h25	28:59		
		N	09-07-2015	00h19	17:11		
			09-07-2015	00h37	15:46		
			10-07-2015	23h02	17:04		
			10-07-2015	23h20	19:53		
		5	Mista	D	10-08-2015	18h14	24:04
					10-08-2015	18h40	24:32
10-08-2015	19h07				23:04		
12-08-2015	13h13				22:14		
12-08-2015	13h37				21:54		
12-08-2015	14h00				22:58		
E	10-08-2015			20h03	16:44		
	10-08-2015			20h21	16:54		
	12-08-2015			20h01	18:40		
	12-08-2015			20h21	19:52		
N	11-08-2015			00h06	19:34		
	11-08-2015			00h27	19:58		
	13-08-2015			00h01	17:36		
	13-08-2015			00h20	18:36		
6	Sensível	D	10-08-2015	13h06	20:26		
			10-08-2015	13h29	20:46		
			10-08-2015	13h51	19:52		
			12-08-2015	10h57	22:52		
			12-08-2015	11h21	23:28		
			12-08-2015	11h46	22:24		
		E	10-08-2015	21h02	24:46		
			10-08-2015	21h30	24:30		
			12-08-2015	21h10	18:06		
			12-08-2015	21h29	17:24		
		N	10-08-2015	23h01	15:36		
			10-08-2015	23h18	16:12		
			12-08-2015	23h01	17:06		
			12-08-2015	23h19	16:34		
7	Sensível	D	07-07-2015	09h16	18:57		
			07-07-2015	09h38	17:12		
			07-07-2015	09h59	16:31		
			23-07-2015	13h58	23:44		
			23-07-2015	14h25	21:02		
			23-07-2015	14h48	20:48		
		E	23-07-2015	20h01	17:02		
			23-07-2015	20h21	17:34		

Local	Tipo de zona	Período	Data	Hora início	Duração		
		N	27-07-2015	21h23	21:28		
			27-07-2015	21h46	19:56		
			23-07-2015	00h07	16:44		
			24-07-2015	00h25	16:26		
			27-07-2015	23h01	17:40		
8	Mista	D	27-07-2015	23h20	17:40		
			23-07-2015	10h59	22:38		
			23-07-2015	11h24	23:26		
			23-07-2015	11h50	25:28		
			27-07-2015	10h34	27:26		
			27-07-2015	11h05	25:46		
		27-07-2015	11h32	29:04			
		E	23-07-2015	21h32	23:20		
			27-07-2015	20h02	24:04		
			27-07-2015	20h28	20:36		
		N	23-07-2015	23h01	15:54		
			23-07-2015	23h18	18:46		
			28-07-2015	00h03	16:16		
			28-07-2015	00h21	17:30		
9	Mista	D	07-07-2015	16h37	21:42		
			07-07-2015	17h02	21:08		
			07-07-2015	17h26	20:10		
			09-07-2015	13h53	25:56		
			09-07-2015	14h20	34:09		
			09-07-2015	14h56	30:53		
		E	07-07-2015	21h55	16:08		
			07-07-2015	22h13	22:31		
			09-07-2015	21h45	18:53		
			09-07-2015	22h06	15:55		
		N	07-07-2015	23h04	14:54		
			07-07-2015	23h22	18:22		
			09-07-2015	23h06	16:15		
			09-07-2015	23h24	16:08		
		10	Sensível	D	07-07-2015	11h55	18:05
					07-07-2015	12h15	18:03
07-07-2015	12h36				26:28		
09-07-2015	10h37				23:04		
09-07-2015	11h02				23:53		
E	07-07-2015			20h09	35:41		
	07-07-2015			20h47	18:56		
	09-07-2015			20h06	18:25		
	09-07-2015			20h27	18:43		
N	08-07-2015			00h41	17:18		
	10-07-2015			00h11	15:29		
	10-07-2015			00h28	16:32		

Local	Tipo de zona	Período	Data	Hora início	Duração
11	Sensível	D	28-07-2015	10h49	31:20
			28-07-2015	11h21	33:42
			28-07-2015	11h57	36:26
			30-07-2015	16h49	30:40
			30-07-2015	17h23	31:32
			30-07-2015	17h57	33:40
		E	28-07-2015	20h09	32:12
			28-07-2015	20h43	29:08
			30-07-2015	20h08	32:36
			30-07-2015	20h43	31:10
		N	28-07-2015	23h36	30:54
			30-07-2015	23h05	21:46
30-07-2015	23h28		27:32		
12	Mista	D	11-08-2015	16h55	24:12
			11-08-2015	17h22	23:06
			11-08-2015	17h48	24:42
			13-08-2015	10h57	25:38
			13-08-2015	11h25	22:42
			13-08-2015	11h50	22:40
		E	11-08-2015	21h22	17:58
			11-08-2015	21h55	19:02
			13-08-2015	21h22	17:58
			13-08-2015	21h55	19:02
		N	11-08-2015	23h01	16:16
			11-08-2015	23h19	17:54
			13-08-2015	23h03	16:14
			13-08-2015	23h21	18:20
13	Sensível	D	11-08-2015	13h40	21:00
			11-08-2015	14h04	17:22
			11-08-2015	14h25	21:56
			13-08-2015	17h26	20:28
			13-08-2015	17h48	20:22
			13-08-2015	18h11	20:36
		E	11-08-2015	20h19	17:46
			13-08-2015	20h15	18:30
			13-08-2015	20h35	19:08
		N	12-08-2015	00h05	18:50
			12-08-2015	00h25	18:00
			14-08-2015	00h05	16:16
			14-08-2015	00h22	16:34

Fonte: Autor.

Em cada medição registou-se, pelo menos, 2 (dois) eventos acústicos provenientes das aeronaves. As respetivas medições foram efetuadas em períodos considerados adequados, tendo em conta o tipo previsível de ruído originado pelas aeronaves sobre as áreas envolvidas no estudo. De referir que o período de funcionamento e tráfego das aeronaves está limitado entre as 0 e as 6 horas (salvo em condições excecionais).

Considerou-se, no entanto, que o número de medições realizadas e o período de tempo considerado permitiam obter um padrão do nível sonoro característico de cada local. De um outro modo, o registo de um fenómeno singular, embora tenha reduzida fidelidade, poderia ser irregular e capaz de afetar o ruído característico local. Assim, nos casos em que se verificava a ocorrência de fenómenos irregulares (como exemplo, as pessoas a conversar na proximidade do equipamento de medição e outro tipo de ruído que não seja ambiental), a comparação com o nível de ruído obtido no mesmo período de referência, e numa ocasião distinta, permitiu avaliar se os respetivos resultados estariam afastados dos níveis de ruído ambiente local. Nestes casos, os valores que se afastavam dos restantes resultados obtidos, foram desprezados nos cálculos de tratamento de dados.

Os principais eventos acústicos das aeronaves e outros tipos de eventos que poderiam afetar, significativamente, o ruído ambiente, foram identificados e registados no arquivo do sonómetro, através de comandos específicos integrados no mesmo, de modo a se poder quantificar a sua contribuição para o ruído ambiente de cada local.

A codificação da passagem de aeronaves foi a estratégia utilizada com o intuito de obter resultados correspondentes ao ruído ambiente e ao ruído residual, permitindo distinguir as informações acústicas na presença e ausência das aeronaves.

Importa referir que, durante a realização de medições, a avenida principal da Boavista, permaneceu continuamente com obras (asfaltagem do pavimento) pelo que, consequentemente, foi necessário o desvio do tráfego rodoviário para a Rua António Cardoso. Por ser um dos locais selecionados para a realização de medições, conclui-se que os resultados obtidos neste local, poderão estar inevitavelmente afetados, sobrevalorizando o ruído residual e, consequentemente, o ruído ambiente e subestimando o acréscimo sonoro devido à passagem das aeronaves.

As medições realizadas no período noturno foram todas efetuadas entre as 23 e a 01 horas, pelo que os resultados poderão não ser representativos do período noturno (entre as 23 e 07 horas), período em que, pelo menos até às 06 horas não é permitido o tráfego de aeronaves.

6. RESULTADOS

6.1. RUÍDO AMBIENTE, PARTICULAR E RESIDUAL

Para avaliar o incômodo do ruído existente na cidade do Porto, foi efetuada a caracterização do ruído ambiente, residual e particular. O ruído particular “*traduz a componente do ruído ambiente que pode ser especificamente identificada por meios acústicos e atribuída a uma determinada fonte sonora*” e o ruído residual corresponde ao “*ruído ambiente a que se suprimem um ou mais ruídos particulares, para uma dada situação*”.

No que respeita o ruído ambiente, este foi especialmente determinado pelo tráfego rodoviário e pelos equipamentos utilizados em obras próximas dos locais considerados no estudo (caso que se verificou nos locais “Rua Maria Peregrina de Sousa, Rua António Cardoso, Rua do Molhe e Praça Pedra Verde”), cuja influência no ambiente sonoro ocorre essencialmente por via indireta, ao existir o aumento do tráfego rodoviário e circulação das pessoas, bem como o ruído originado pelos animais em algumas residências próximas dos locais medidos. Verificou-se, no entanto, que o tráfego rodoviário era mais intenso no período diurno e entardecer, que coincidem com a ida de manhã para o trabalho e regresso do mesmo.

A caracterização do nível sonoro, L_{Aeq} , do ruído ambiente, foi realizada em cada período de referência, sendo que as ocorrências do ruído particular eram especificamente identificadas.

Os resultados correspondentes a ruído residual foram obtidos na ausência do ruído provocado pelas aeronaves (ruído particular).

De referir que mediante a seleção dos locais em que foram realizadas as medições acústicas, foi utilizada a carta de classificação de zonas que serviu de apoio para a obtenção de informações inerentes, permitindo distinguir os locais de medições consoante o seu tipo. Assim, os locais foram selecionados de modo a que houvesse um equilíbrio entre o número de zonas sensíveis e mistas, sendo considerados por isso, 7 (sete) zonas sensíveis e 6 (seis) mistas.

São apresentados na Tabela 6, de forma detalhada, os resultados das medições correspondentes ao ruído residual (RR), ruído particular (RP) e ruído ambiente (RA) e, na Tabela 7, os respetivos valores médios, obtidos por cada local e em cada período de referência:

Tabela 6 - Resultados da medição do Ruído Residual, Ruído Particular e Ruído Ambiente.

Local	Período	RR – dB(A)	RP – dB(A)	RA – dB(A)
1	D	50,0	56,4	51,9
		51,7	58,3	53,8
		51,9	57,5	53,3
		53,4	59,0	54,5
		48,2	57,8	51,1
		47,8	61,2	53,6
	E	51,8	60,6	53,9
		48,8	62,5	55,2
		48,5	58,2	52,4
	N	46,6	60,8	53,3
		46,6	58,9	51,8
		43,6	59,4	51,0
42,9		60,0	53,2	
2	D	59,4	60,8	59,5
		59,7	60,2	59,8
		59,4	61,4	59,7
		59,7	62,7	60,1
		60,4	62,7	60,9
		60,8	62,4	61,0
	E	60,1	62,5	60,6
		59,8	61,3	60,1
		61,2	62,4	61,3
		60,9	61,8	61,1
	N	57,3	58,9	57,5
		57,6	58,4	57,7
60		62,7	60,3	
60,8		63,6	61,2	
3	D	58,9	60,1	59,5
		50	60,6	58,6
		50,8	63,7	53,7
		55,2	66,0	57,8
		50,8	63,8	55,9
		52,6	63,9	55,9
	E	53,1	66,9	58,9
		51,6	69,8	58,3
		52,7	65,5	58,6
		57,2	64,6	60,3
	N	51,6	69,2	57,2
		49,9	66,4	57,1
48,9		65,0	53,1	
48,6		59,8	52,9	
4	D	52,6	60,4	54,9
		52,2	57,6	53,1
		52,2	62,9	56,2
		56,4	60,1	57,0

Local	Período	RR – dB(A)	RP – dB(A)	RA – dB(A)	
		50,3	61,4	56,7	
		51,3	61,3	58	
	E	48	63,5	55,6	
		48,3	59,4	55,3	
		52,2	64,6	57	
		52,5	65	57,7	
	N	59,2	65,1	61,3	
		54,1	59,4	55,5	
		50,3	63,8	57,1	
		50,4	64,4	59,5	
	5	D	59,2	65,5	60,3
			58,4	65,9	60,4
58,1			63	59,3	
54,7			60,7	55,4	
54,9			63,2	56,8	
55,3			62,4	56,5	
E		58	65,4	59,6	
		58,6	65,8	60,2	
		57,2	62	57,8	
		56,3	59,7	57	
N		54,6	60,8	55,7	
		53,8	58,8	54,6	
		49,2	58,2	51,3	
		52,8	58,3	53,6	
6	D	51,5	60,8	55,2	
		50,3	61,8	54,8	
		51,4	61	55	
		48,8	61	53	
		50,6	62,1	53,3	
		51,3	56,6	53,5	
	E	47,1	63,4	53,6	
		47,3	63,9	54	
		46,9	58,1	50,9	
		45,9	58,9	50,4	
	N	48,1	62,5	55,3	
		47,9	60,6	53,6	
		52	58,7	53,2	
		49,2	59,5	52,1	
7	D	49,5	51,6	49,7	
		48,7	51,3	49,2	
		51,1	52,4	51,3	
		50,8	59,9	52,4	
		52,2	59,5	53,8	
		51,7	60,6	53,8	
	E	55,9	63	57,7	
		53	63,4	56,7	

Local	Período	RR – dB(A)	RP – dB(A)	RA – dB(A)
		50,9	65,5	58,3
		52,5	65,1	58,2
	N	57,3	58,9	57,6
		50,1	58,7	52,6
		50,9	66,7	59
		50,3	65,2	57,7
8	D	55,7	60,9	56,9
		56,5	63,4	57,8
		58,4	65,6	59,3
		57	60,5	57,4
		58,4	61,9	58,8
		56,8	62	57,6
	E	54,4	61,3	56,5
		57,8	64,2	59,1
		56,1	65	58,7
	N	55,1	57,5	55,5
		53,2	55,7	53,5
		53,2	57,3	53,9
		52,1	59,4	54,1
	9	D	53,8	63,7
53,6			62,6	55,7
54,6			59,3	55,3
50,6			60,1	52,6
50,7			57,9	51,5
50,4			59,7	52,5
E		52,4	55,7	53
		52,7	59,3	53,8
		49,1	60,2	53,3
		49,1	56,7	50,8
N		52,7	56,3	53,4
		50,8	53	51,1
		48,5	58,8	52
		48,5	58,4	52,8
10	D	44,8	53,7	46,7
		45	50,4	46,8
		45,8	50,5	46,8
		49,1	54	49,9
		48	50,4	48,6
	E	64	65,1	64,1
		65,5	63,9	65,3
		62,9	64,3	62,8
		62,5	64,5	62,8
	N	53	51	53,1
		46,2	49,8	48,2
		51	57,6	53,6

Local	Período	RR – dB(A)	RP – dB(A)	RA – dB(A)
11	D	45,5	59,1	49,8
		49,7	59,4	51,9
		47,1	60,8	52,4
		52,1	56,3	55
		46,2	64,6	53,7
		47,6	64,7	54,2
	E	42,7	62,6	53,3
		43,3	63	54,3
		46,2	58,8	49,6
		45,7	58,8	49,8
	N	39,8	57,3	46,8
		42,8	60,5	51,6
42,8		60,1	50,8	
12	D	55,4	63,6	56,9
		50,8	58,2	52
		52,6	57,2	53,3
		55,8	60	56,3
		55,4	58,7	55,7
		53,9	59,3	55,2
	E	53,3	57,8	54,3
		55,1	56,8	55,3
		52,6	57,1	53
		53,3	57,5	54,7
	N	55,6	58,2	56
		51,5	57,4	52,9
		54,6	57,5	55
		53,1	56	53,6
13	D	46,8	56,6	50,4
		50,6	56,8	53,6
		49,4	55,7	51,2
		49,7	56,7	50,9
		51,4	58	52,9
		51,1	58,7	53
	E	46,7	59,9	51,1
		47,8	56,1	50,3
		47,8	55,8	50,4
	N	48,8	58,2	51,2
		50,2	56,6	51,3
		52,1	59,4	53,3
		51,7	55,7	52,2

Fonte: Autor.

Tabela 7 - Resultados médios da medição do Ruído Residual; Ruído Particular e Ruído Ambiente em cada local e período de referência.

Local	Período	RR Médio – dB(A)	RP Médio – dB(A)	RA Médio – dB(A)
1	D	51,0	58,6	53,2
	E	50,0	60,8	54,0
	N	45,2	59,8	52,4
2	D	59,9	61,8	60,2
	E	60,5	62,0	60,8
	N	59,2	61,5	59,5
3	D	54,3	63,5	57,3
	E	54,2	67,2	59,1
	N	49,9	66,2	55,6
4	D	53,0	60,9	56,2
	E	50,7	63,6	56,5
	N	55,1	63,6	58,9
5	D	57,1	63,8	58,5
	E	57,6	63,9	58,8
	N	53,0	59,2	54,1
6	D	50,7	60,9	54,2
	E	46,8	61,8	52,5
	N	49,6	60,6	53,7
7	D	50,8	57,6	52,1
	E	53,5	64,4	57,8
	N	53,4	63,8	57,3
8	D	57,2	62,8	58,0
	E	56,3	63,8	58,2
	N	53,5	57,7	54,3
9	D	52,6	61,0	54,4
	E	51,2	58,4	52,9
	N	50,5	57,2	52,4
10	D	46,9	52,1	48,0
	E	63,9	64,5	63,9
	N	52,5	56,1	52,2
11	D	48,7	61,8	53,1
	E	44,7	61,2	52,2
	N	42,0	59,5	50,2
12	D	54,3	60,0	55,2
	E	53,7	57,3	54,4
	N	54,0	57,3	54,5
13	D	50,1	57,2	52,2
	E	47,5	57,7	50,6
	N	50,9	57,7	52,1

Fonte: Autor.

6.2. ACRÉSCIMO SONORO POR LOCAL E POR PERÍODO

A avaliação dos parâmetros acústicos demonstrou, de forma clara, que o ruído provocado pelas aeronaves motivou um acréscimo acentuado dos níveis de ruído ambiente, em cada local considerado no estudo. Assim, concluiu-se que o acréscimo do ruído de aeronaves é mais significativo nos seguintes locais:

- 1 - Parque da Cidade;
- 3 - Praça de Pedra Verde;
- 4 - Museu de Arte Contemporânea da Fundação Serralves;
- 6 - Rua Maria Peregrina de Sousa;
- 7 - Quinta do Covelo;
- 11 – Rua Barão de Nova Sintra;
- 13 – Jardim Palácio do Cristal.

Foi possível verificar, destes locais, que o tráfego de aeronaves, tem uma contribuição significativa sobre o ruído ambiente, atingindo níveis compreendidos entre os 8,0 dB(A) e os 15,7 dB(A) do acréscimo médio instantâneo e os valores compreendidos entre 2,1 dB(A) e 6,7 dB(A) do acréscimo global existente.

Conclui-se ainda que, no local n.º 10 - Parque de São Roque, não existe o acréscimo global médio para os períodos entardecer e noturno. O período diurno revela existir um acréscimo de ruído relativamente menor, sendo de 1,1 dB(A). Pode dizer-se que nos locais, nomeadamente, Parque de São Roque (n.º 10); rua do Molhe (n.º 2); rua António Cardoso (n.º 5); rua da Nau Vitória; e Travessa da Lapa (n.º 12); verifica-se que o acréscimo instantâneo e global médio, é relativamente menor, em todos os períodos de referência. Conclui-se, no entanto, que existe o maior acréscimo de ruído para os restantes locais, em cada período de referência.

Relativamente ao acréscimo de ruído originado pela passagem de aeronaves, por período de referência, os períodos em que se verificou maior acréscimo, são o entardecer e o noturno, como pode notar-se na tabela 10. O facto de serem períodos com maior acréscimo de ruído, poderá estar relacionado com a diminuição do tráfego rodoviário, sobretudo, em período noturno e, outras fontes que poderiam afetar indiretamente o ruído ambiente. Importa referir

que, normalmente, em períodos entardecer e noturno, há maior percepção do ruído proveniente de aeronaves, se comparado com outros tipos de ruído.

Pela análise dos resultados da tabela 9, pode concluir-se que, em todos os períodos de referência existe o acréscimo do ruído de aeronaves, sendo alguns mais significativos que outros, à exceção dos períodos entardecer e noturno, do local n.º 10 – Parque de São Roque.

Verifica-se o acréscimo de ruído mais acentuado, em períodos entardecer e noturno, atingindo nível de ruído de 17,5 dB(A) do acréscimo instantâneo médio (caso que se verificou no local n.º 11 – “Parque Águas do Porto – Rua Barão de Nova Sintra”), derivando um acréscimo global médio acrescido de 8,2 dB(A). Neste local, pode verificar-se que, o acréscimo é acentuado para todos os períodos de referência, se comparado com outros locais em que o acréscimo sonoro, instantâneo e global, é relativamente menor.

A Praça da Ilha Brava (local n.º 9), é o local pelo qual nota-se que, o acréscimo instantâneo e global médio, não tem a mesma variação, isto é, enquanto o período diurno aponta ser aquele em que há maior acréscimo instantâneo médio com 8,4 dB(A), o período noturno revela ser aquele que tem maior acréscimo global médio, sendo 1,9 dB(A). Este caso não se verifica nos restantes locais, onde pode notar-se que, os acréscimos de ruído variam no mesmo sentido, em cada período de referência.

Relativamente ao acréscimo de ruído provocado pelas aeronaves que circulam sobre a cidade do Porto, é possível concluir, da média dos valores observados, que existe um acréscimo instantâneo médio de 8,3 dB(A) e 2,7 dB(A) do acréscimo global médio. Equivale dizer que, dos níveis de ruído ambiente existentes no Porto, o tráfego aéreo é responsável por um acréscimo de ruído instantâneo médio de 8,3 dB(A) e o acréscimo global médio de 2,7 dB(A).

De referir que, o *acrésimo sonoro instantâneo* é o valor sonoro obtido pela diferença entre o ruído particular (RP) e ruído residual (RR), e o *acrésimo sonoro global* obtém-se pela diferença entre o ruído ambiente (RA) e ruído residual (RR).

Tabela 8 - Acréscimo sonoro, instantâneo e global, por local, e média do acréscimo.

Local	Período	Acréscimo Instantâneo – dB(A)	Acréscimo Global – dB(A)	Acréscimo Médio – dB(A)	
				Instantâneo	Global
1	D	7,6	2,2	11,0	4,5
	E	10,8	4,0		
	N	14,6	7,2		
2	D	1,9	0,3	1,9	0,3
	E	1,5	0,3		
	N	2,3	0,3		
3	D	9,2	3,0	12,8	4,5
	E	13,0	4,9		
	N	16,3	5,7		
4	D	7,9	3,2	9,8	4,3
	E	12,9	5,8		
	N	8,5	3,8		
5	D	6,7	1,4	6,4	1,2
	E	6,3	1,2		
	N	6,2	1,1		
6	D	10,2	3,5	12,1	4,4
	E	15,0	5,7		
	N	11,0	4,1		
7	D	6,8	1,3	9,4	3,2
	E	10,9	4,3		
	N	10,4	3,9		
8	D	5,6	0,8	5,8	1,2
	E	7,5	1,9		
	N	4,2	0,8		
9	D	8,4	1,8	7,4	1,8
	E	7,2	1,7		
	N	6,7	1,9		
10	D	5,2	1,1	3,1	0,4
	E	0,6	0,0		
	N	3,6	0,0		
11	D	13,1	4,4	15,7	6,7
	E	16,5	7,5		
	N	17,5	8,2		
12	D	5,7	0,9	4,2	0,7
	E	3,6	0,7		
	N	3,3	0,5		
13	D	7,1	2,1	8,0	2,1
	E	10,2	3,1		
	N	6,8	1,2		
Média				8,3	2,7

Fonte: Autor.

Tabela 9 - Acréscimo sonoro, instantâneo e global, por período de referência e média de cada período.

Período	Local	Acréscimo Instantâneo – dB(A)	Acréscimo Global – dB(A)	Acréscimo Médio – dB(A)	
				Instantâneo	Global
Diurno	1	7,6	2,2	7,3	2,0
	2	1,9	0,3		
	3	9,2	3,0		
	4	7,9	3,2		
	5	6,7	1,4		
	6	10,2	3,5		
	7	6,8	1,3		
	8	5,6	0,8		
	9	8,4	1,8		
	10	5,2	1,1		
	11	13,1	4,4		
	12	5,7	0,9		
	13	7,1	2,1		
Entardecer	1	10,8	4,0	8,9	3,2
	2	1,5	0,3		
	3	13,0	4,9		
	4	12,9	5,8		
	5	6,3	1,2		
	6	15,0	5,7		
	7	10,9	4,3		
	8	7,5	1,9		
	9	7,2	1,7		
	10	0,6	0,0		
	11	16,5	7,5		
	12	3,6	0,7		
	13	10,2	3,1		
Noturno	1	14,6	7,2	8,6	3,0
	2	2,3	0,3		
	3	16,3	5,7		
	4	8,5	3,8		
	5	6,2	1,1		
	6	11,0	4,1		
	7	10,4	3,9		
	8	4,2	0,8		
	9	6,7	1,9		
	10	3,6	0,0		
	11	17,5	8,2		
	12	3,3	0,5		
	13	6,8	1,2		

Fonte: Autor.

6.3. EXPOSIÇÃO AO RUÍDO AMBIENTE

Após a análise de resultados, verificou-se que o ruído ambiente medido excede os valores limite estabelecidos pelo RGR (critério da exposição máxima) em 8 (oito) dos locais que foram realizadas as medições acústicas, quer ao indicador *Lden* quer ao *Ln*.

Na tabela a seguir, pode concluir-se que, os locais em que os níveis de ruído excedem os valores limite, são todos “*Zonas Sensíveis*” com a exceção da “Rua do Molhe” (local classificado como “*Zona Mista*”).

Tabela 10 – Comparação dos resultados do ruído ambiente determinados em cada local, com e sem a passagem de aeronaves, com os valores limite estabelecidos legalmente.

Local n.º	Identificação	Classificação acústica	Cumprimento dos valores limite: Decreto-lei n.º 9/2007 – dB(A)			
			Com a passagem de aeronaves		Sem a passagem de aeronaves	
			<i>Lden</i> *	<i>Ln</i> *	<i>Lden</i> *	<i>Ln</i> *
1	Parque da Cidade	Sensível	59,0 > 55	52,4 > 45	53,4 ≤ 55	45,2 ≤ 45
2	Rua do Molhe	Mista	66,0 > 65	59,5 > 55	65,7 > 65	59,2 > 55
3	Praça de Pedra Verde	Mista	62,6 ≤ 65	55,6 > 55	57,6 ≤ 65	49,9 ≤ 55
4	Museu de Arte Contemporânea da Fundação Serralves	Sensível	64,8 > 55	58,9 > 45	60,9 > 55	55,1 > 45
5	Rua António Cardoso	Mista	61,9 ≤ 65	54,1 ≤ 55	60,7 ≤ 65	53,0 ≤ 55
6	Rua Maria Peregrina de Sousa – Prelada	Sensível	60,0 > 55	53,7 > 45	55,9 > 55	49,6 > 45
7	Quinta do Covelo	Sensível	63,3 > 55	57,3 > 45	59,4 > 55	53,4 > 45
8	Rua da Nau Vitória	Mista	61,8 ≤ 65	54,3 ≤ 55	60,8 ≤ 65	53,5 ≤ 55
9	Praça da Ilha Brava	Mista	59,1 ≤ 65	52,4 ≤ 55	57,2 ≤ 65	50,5 ≤ 55
10	Parque de São Roque	Sensível	61,9 > 55	52,2 > 45	62,0 > 55	52,5 > 45
11	Parque “Águas do Porto” – Rua Barão N. Sintra	Sensível	57,2 > 55	50,2 > 45	50,2 < 55	42,0 < 45
12	Travessa da Lapa	Mista	60,9 ≤ 65	54,5 ≤ 55	60,3 ≤ 65	54,0 ≤ 55
13	Jardins Palácio de Cristal	Sensível	58,3 > 55	52,1 > 45	56,9 > 55	50,9 > 45

	Níveis abaixo do VLE
	Níveis acima do VLE até 5 dB(A)
	Níveis acima do VLE em mais de 5 dB(A)

Fonte: Autor.

(*) – Resultados meramente indicativos, uma vez que as medições acústicas realizadas para a caracterização do período noturno foram todas efetuadas entre as 23 e a 01 horas, pelo que os valores apresentados poderão estar sobrevalorizados.

Da análise dos resultados da tabela anterior, verifica-se que apenas os locais Praça de Pedra Verde, Rua António Cardoso, Rua da Nau Vitória, Praça da Ilha Brava e Travessa da Lapa, cumprem o critério de exposição máxima, tanto para o parâmetro *Lden* como para o *Ln*, com e sem a passagem das aeronaves.

Verifica-se ainda que a passagem das aeronaves influencia o ruído ambiente existente em todos os locais monitorizados. Os níveis do ruído ambiente observados, em alguns locais, revelam o incumprimento dos valores limite estabelecidos legalmente, por motivo da passagem de aeronaves, nomeadamente, no Parque da Cidade e no Parque Águas do Porto – Rua Barão de Nova Sintra em que, na ausência de aeronaves, ambos indicadores de ruído, cumpririam os critérios de exposição máxima.

O Parque de São Roque é o local onde se conclui que, com e sem a passagem de aeronaves, os níveis de ruído ambiente permanecem equilibrados para ambos indicadores de ruído. Para os restantes locais, embora os níveis de ruído ambiente excedam os VLE, independentemente da passagem de aeronaves, é possível verificar o decréscimo dos respetivos níveis, fazendo com que, pelo menos, um dos indicadores de ruído exceda até 5 dB(A), os valores limite estabelecidos pelo RGR (à exceção dos locais: Museu de Arte Contemporânea – Serralves e Parque de São Roque).

Assim, visto existirem locais em que os níveis de ruído ambiente excedem os critérios estabelecidos pelo decreto-lei n.º 9/2007 e sendo, sobretudo, as zonas sensíveis, é essencial uma intervenção imediata, particularmente, no que concerne ao plano de controlo e redução de ruído, elaborado pelas entidades competentes.

6.4. NÍVEIS DE RUÍDO VS PERCEÇÃO PELA POPULAÇÃO

Pela análise de inquéritos relativamente à avaliação de incómodo no Porto, conclui-se que, o “Parque Águas do Porto – Rua Barão de Nova Sintra”, embora exceda ligeiramente os valores limite (com a passagem de aeronaves), é onde se verifica menos incómodo, sendo o único em que todos os inquiridos afirmaram a inexistência do incómodo de ruído originado pelas aeronaves.

Tendo em conta os resultados obtidos da avaliação de inquéritos aplicados, pode afirmar-se que os locais mais afetados pelo incómodo de ruído são, nomeadamente: Quinta do Covelo; Praça de Pedra Verde; Travessa da Lapa; Museu de Arte Contemporânea; e Praça da Ilha Brava. Verifica-se que, em maioria destes locais, os níveis de ruído ambiente cumprem os

VLE, nomeadamente, a Praça de Pedra Verde; Travessa da Lapa e Praça da Ilha Brava. No entanto, o Museu de Arte Contemporânea e a Quinta do Covelo excedem os VLE, em mais de 5 dB(A), pelo que pode concluir-se a existência do incómodo, como afirmado pelos inquiridos.

Dos locais que cumprem os VLE, apenas a Rua António Cardoso e Rua da Nau Vitória, correspondem aos resultados de inquéritos relativos ao incómodo existente, em que grande parte das pessoas inquiridas, afirmou não sentir incómodo de ruído. Nos locais de medição acústica, apenas 1,85% de inquiridos afirmaram sentir incómodo de ruído na Rua António Cardoso e 3,69% na Rua da Nau Vitória. Pode concluir-se, no entanto, que na Rua da Nau Vitória, embora cumpra os VLE, grande parte dos inquiridos afirmou sentir incómodo de ruído provocado pelas aeronaves.

Verifica-se ainda a correspondência dos locais, cujos níveis de ruído ambiente excedem os VLE, com as opiniões transmitidas pelos inquiridos, à exceção da Rua do Molhe; Parque da Cidade e Parque de São Roque, em que se notou uma reduzida percentagem relativa às queixas do incómodo de ruído.

Dos restantes locais, é possível notar-se que existe a mesma variação do número de indivíduos que afirmaram e não sentir o incómodo de ruído, exceto a rua Barão de Nova Sintra, em que todos os inquiridos afirmaram a ausência do incómodo gerado pela passagem de aeronaves.

Dos resultados de inquéritos aplicados, verifica-se que, de facto, as opiniões transmitidas através de questionários, coincidem com os resultados correspondentes ao acréscimo de ruído das aeronaves, por local, à exceção da rua Maria Peregrina de Sousa (Local n.º 6). A rua Maria Peregrina de Sousa é um dos locais em que se verificou um acréscimo sonoro instantâneo e global mais acentuado, mas apenas 2,46% de indivíduos afirmaram sentir o incómodo de ruído provocado pelas aeronaves. O facto de se obter a reduzida percentagem de queixas, relativamente ao incómodo de ruído gerado pelas aeronaves, poderá estar relacionado com a frequência da passagem de aeronaves que, embora tenha um acréscimo de ruído significativo sobre o ruído residual característico local, não provoca grande sensação de incómodo na população.

De realçar que a Rua Barão de Nova Sintra (local n.º 11), embora seja o local em que se verificou o maior acréscimo do ruído de aeronaves, todos os inquiridos afirmaram a inexistência do incómodo de ruído originado pela passagem das aeronaves.

Embora os valores médios do acréscimo instantâneo e global sejam relativamente próximos, em todos os períodos de referência, é possível concluir que, os mesmos não

correspondem exatamente com as opiniões dos inquiridos, relativamente ao incómodo do ruído originado pelas aeronaves, à exceção do período noturno. Ou seja, pela análise dos dados de inquéritos aplicados, verificou-se que, a maioria dos inquiridos afirmou sentir maior incómodo em períodos diurno e noturno, sendo 48,4% e 27,4%, respetivamente. Em relação ao incómodo de ruído aéreo sentido no local de residência, 59,5% dos inquiridos afirmaram existir, também, maior incómodo no período noturno. Assim, visto que o período entardecer é aquele em que se verificou o maior acréscimo sonoro, pode concluir-se que, o mesmo não corresponde com as afirmações dos inquiridos. Esta diferença poderá estar relacionada com o facto de, em períodos entardecer e noturno, existir menos ruído proveniente de outras fontes, diminuindo conseqüentemente, o nível de ruído residual, em cada local, sendo assim possível verificar maior nível de ruído originado pelas aeronaves.

A rua do Molhe é também um dos locais cujos resultados de medições não correspondem com as afirmações dos inquiridos. Este facto poderá estar relacionado com o nível de ruído ambiente muito elevado, tendo em conta o ruído causado pelas ondas marítimas, próximo do local onde foi colocado o sonómetro durante a recolha de dados.

Relativamente ao incómodo de ruído, verifica-se que a passagem de aeronaves interfere diretamente com os níveis de ruído ambiente existentes em cada local provocando, conseqüentemente, maior incómodo. No entanto, conclui-se que, a origem das queixas transmitidas pelos inquiridos, poderá estar relacionada com a passagem de aeronaves, nomeadamente em locais n.º: 1 – Parque da cidade; 4 – Museu de Arte Contemporânea; 6 – Rua Maria Peregrina de Sousa; 7 – Quinta do Covelo; e 13 – Jardim Palácio de Cristal. Para os restantes locais, considerando as opiniões das pessoas inquiridas e resultados de medições do ruído, a origem do incómodo estará relacionada com o ruído proveniente de outras fontes.

7. CONCLUSÕES

A elaboração deste estudo permitiu melhorar os conhecimentos pessoais relativos ao ruído ambiente, em particular, nos aspetos que concernem a quantificação do acréscimo sonoro provocado pelas aeronaves.

No sentido de alcançar os objetivos inicialmente definidos no presente estudo, optou-se por desenvolver dois métodos de trabalho, sendo: a aplicação de inquéritos compostos por perguntas diretas e a realização de medições acústicas efetuadas em 13 (treze) locais do Porto. Assim, as principais conclusões obtidas da realização deste projeto centralizaram-se, sobretudo, na quantificação do acréscimo de ruído provocado pela passagem de aeronaves sobre os diferentes pontos considerados no estudo.

Os resultados globais das medições acústicas realizadas demonstraram que, apesar do ruído ambiente ter sido considerado, nos últimos anos, um fenómeno de preocupação e, embora tenham sido multiplicados esforços e meios para o seu controlo e redução, ainda permanece em níveis elevados em meios urbanos ultrapassando, em muitos casos, os valores limite que são estabelecidos legalmente. Espera-se, no entanto, que o presente trabalho seja um meio útil e que contribua para uma maior perceção, sensibilização e tomada de decisão por parte das autoridades competentes, no que concerne à exposição ao ruído ambiente.

O período de tempo em que as medições de ruído foram efetuadas, compreendeu-se entre as 09 e a 01 horas, sendo realizado um percurso diário de, aproximadamente, 50 km do concelho de Felgueiras à cidade do Porto e, em dias úteis da semana. No entanto, devido às dificuldades encontradas, sobretudo, na fase de realização das medições acústicas, sugere-se que os futuros trabalhos, relacionados com o ruído ambiente, optem por estratégias que sejam mais favoráveis para o estudo. Isto porque, mediante a realização das medições acústicas, concluiu-se que, estes tipos de estudos requerem a disponibilidade de, pelo menos, 2 (dois) responsáveis que realizem tarefas relacionadas com as medições de ruído ambiente, sendo estes alargados em períodos diferentes, para além de outros meios necessários para a recolha de dados acústicos. Esta estratégia poderá ser relevante e favorecer a melhor e adequada recolha de dados acústicos, visto que durante o período em que foram realizadas as medições, verificou-se a complexidade de tarefas ao recolher resultados em três 3 (três) períodos de referência durante o dia. Considerou-se, porém, que as tarefas associadas às mesmas poderiam, direta ou indiretamente, comprometer as condições que permitissem a adequabilidade na recolha de dados.

Para os futuros projetos neste âmbito, sugere-se ainda desenvolverem planos relativamente aos custos que poderão estar associados à realização de tarefas, como também, o tempo necessário para a sua elaboração.

Em suma, espera-se que este projeto seja um instrumento viável de apoio para os futuros estudos relacionados com esta temática, e aplicado noutras áreas geográficas, pelas entidades competentes ou qualquer pessoa singular que pretenda desenvolver projetos relacionados com o ruído ambiente.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aeronautics, E. (2001). A vision for 2020. Advisory Council for Aeronautics Research in Europe (ACARE).
- Agency, E. E. (2009). *Transport at a crossroads. Term 2008: Indicators tracking transport and environment in the European Union*. Luxemburgo: EEA, Copenhaga.
- Agency, E. E. (2010). *Good Practice guide on dose exposure and potencial health effects*. Copenhaga: EEA.
- Alfred, T. e. (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension. Vol.163, pp. 27-37. The RANCH Project. Vol.163, pp. 27-37. The RANCH Project. : American Journal of Epidemiology.
- Anjos, T. A. (2004). As divisões do ouvido humano., (pp. Disponível em: <http://mundoeducacao.bol.uol.com.br/fisica/o-ouvido-humano.htm>).
- Babisch, W. (2005). Traffic, noise and health. In *Environmental Health Impacts of Transport and Mobility*. (pp. pp. 9-25).
- Barbosa, M. S. (2009). *Dissertação de Mestrado: Ruído e Desempenho Cognitivo dos Professores*. Universidade do Minho.
- Carvalho, A. P. (2011). *Acústica ambiental e de edifícios*. FEUP - Porto.
- Catalani Morata, T. (2005). *Caminhos para a Saúde Auditiva Ambiental*. In Fernanda Zucki. São Paulo - Brasil: Plexus editora.
- Dunkin, R. (s.d.). Road traffic & aircraft noise & children's cognition & Health. Disponível em: http://www.wolfson.qmul.ac.uk/RANCH_Project/index.html. *RANCH Project*.
- Eelco Den Boer, A. S. (2007). *Traffic noise reduction and policy options to reduce road and rail traffic noise*. The Netherlands: Oude Deft 180.
- Fernandes, J. C. (2002). *Acústica e Ruído*. 98.
- FERNANDÉZ, L. (2008). *Manual para la Formación en Medio Ambiente. (Unidad 14, pp.338-350)*. Valladolid – España.
- Guedes, M. J. (2011). *Directrizes para Elaboração de Mapas de Ruído*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- João Matos, J. F. (2011). *Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente no Contexto de Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996*. Agência Portuguesa do Ambiente.
- L. C. e Schroten, A. B. (2007). *Traffic noise reduction in Europe – Health effects, social costs and technical and policy options to reduce road and rail traffic noise*. Brussels: Delft: T&E.
- Ladreda, F. (2008). *Manual para la Formación en Medio Ambiente*. Valladolid - España.
- Ladreda, F. (2008). *Manual para la Formación en Medio Ambiente. (Unidad 14, pp. 338-350)*. Valladolid - España.
- Ladreda, F. (2008). *Manual para la Formación en Medio Ambiente. (Unidad 15, pp.353-368)*. Valladolid – España.

- Martimportugués Goyenechea, C. (2002). *Ruido y Estrés Ambiental*. Algibe-España.: Clara Goyenechea - Ediciones Algibe.
- Miguel, A. S. (2010). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Lisboa: Porto Editora.
- Organisation, W. H. (2011). *Quantification of healthy life years lost in Europe - Burden of disease from environmental noise*. Denmark.
- Organization, I. C. (July de 2008). Convention on International Civil Aviation, Environmental Protection, Volume 1 Aircraft Noise.
- Organization, W. H. (s.d.). 2003. *Technical meeting on exposure-response relationships of noise on health*. Germany: Meeting report.
- Organization., I. C. (2001). Consolidated statement of continuing - ICAO policies and practices related to environmental protection. 15-17.
- Organization., W. H. (2003). *Technical meeting on exposure-response relationships of noise on health*. Germany.: Meeting report.
- Parliament, E. (2002). Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
- Per Vilhelm Bruel, V. K. (2001). *Sound and Vibration Measurement A/S - Environmental noise*. Naerum - Dinamarca.
- Philips, C. D. (2000). Transport, Environment and Health, n.º89. S.I.: WHO Regional Publications, European Series.
- Philips, C. D. (2000). *Transport, Environment and Health. n.º89*. European Series.: S.I: WHO Regional Publications.
- Rejano de la Rosa, M. (2000). *Fundamentos de ruido*. In Manuel Rejano de la Rosa (Cap. 1, pp. 1-17). Paracuellos de Jarama (Madrid) - España.: Consuelo Garcia Asencio.
- Rosão, V. C. (2011). *Desenvolvimento sobre Métodos de Previsão, Medição, Limitação e Avaliação em Ruído e Vibração Ambiente*. Algarve.
- Tamuno Alfred, S. A. (2006). Exposure-effect relations between aircraft and road traffic noise exposure at school and reading comprehension. Vol.163, pp. 27-37. The RANCH Project. Vol.163, pp. 27-37. The RANCH Project.: American Journal of Epidemiology.
- Zhang, X. (2008). *Airframe noise: high lift device noise*. *Encyclopedia of Aerospace Engineering Vol.6, 3541 – 3551*. Zhang, X.: Airframe noise: high lift device noise. Encyclopedia of Aerospace Engineering Vol.6, 3541 – 3551 (2008).
- Zhang, X. (2011). *Chen, X. X.: Linearised divergence equations for sound propagation*. AIAA Paper 2011 – 2930: AIAA Paper 2011 – 2930.

Documentos Normativos e Legais:

Agência Portuguesa do Ambiente (2011). Guia Prático para Medições de Ruído Ambiente no Contexto do Regulamento Geral do Ruído tendo em conta a NP ISO 1996.

Decreto-lei n.º 146/2006, de 31 de Julho, Prevenção e Controlo da Poluição Sonora – Diário da República – I Série – A, n.º146 de 2006. Disponível em:

<http://dre.pt/application/dir/pdf/sdip/2006/07/14600/54335441.PDF>

Decreto-lei n.º 293 de 19 de Nov. de 2003. *Regras e Procedimentos para a Introdução de Restrições de Operação relacionadas com o ruído nos aeroportos*. Disponível em:

http://www.inac.pt/SiteCollectionDocuments/RegulacaoEconomica/dl_293_2003.pdf.

Portaria n.º 831, de 1 de Agosto de 2007. *Prevenção e Controlo da Poluição Sonora*. – Diário da República, 1ªserie – N.º 147 – 1 de Agosto de 2007.

Diretiva 2002/49/CE. Avaliação e gestão do ruído ambiente. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2002:189:0012:0025:PT:PDF>

Constituição Portuguesa, de 2 de Abril de 1976, art. 66º, *Ambiente e Qualidade de Vida*. Disponível em: <http://www.parlamento.pt/parlamento/documents/crp1976.pdf>

NP 4423 de 2003 – IPQ – Instituto Português da Qualidade.

NP 4361-2 de 2001 – IPQ – Instituto Português da Qualidade.

Decreto-lei, n.º 31 de Julho de 2006. *Prevenção e Controlo da Poluição Sonoro*. Disponível em: <http://www.apambiente.pt/zdata/DAR/Ruído/ApresentacaoNovoQuadroLegal.pdf>.

Decreto-lei n.º 9/2007 de 17 de Janeiro. *Regulamento Geral do Ruído*. Disponível em: http://www.psp.pt/Legislacao/DecLei_9-2007.pdf

Instituto Nacional de Estatística: *Censos - Resultados definitivos da Região Norte – 2011. Ano de Edição: 2012*. Disponível em: <http://censos.ine.pt/>

9. GLOSSÁRIO

Fonte de ruído – qualquer ação capaz de provocar uma sensação auditiva desagradável. A ação; atividade (permanente ou temporária); equipamento; estrutura ou infraestrutura; que produza ruído nocivo ou incomodativo para quem permaneça ou esteja próximo dos locais onde se faça sentir o seu efeito.

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

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

Zona sensível – a área definida em plano municipal de ordenamento de território como vocacionada para o uso habitacional, ou para escolas, hospitais ou similares, ou espaço de lazer, existentes ou previstos. Estes podem conter pequenas unidades de comércio e de serviços, destinadas a servir a população local, tais como cafés e outros estabelecimentos de restauração, papelarias e outros estabelecimentos de comércio tradicional, sem funcionamento em períodos noturnos.

Zona mista – a área definida em plano municipal de ordenamento de território cuja ocupação afeta a outros usos, existentes ou previstos, para além dos descritos na zona sensível.

Período de referência – o intervalo de tempo a que se refere o indicador de ruído, de modo a abranger as atividades humanas típicas, sendo delimitado por:

- Período diurno: entre 07h00 e 20h00;
- Período entardecer: entre 20h00 e 23h00;
- Período noturno: entre 23h00 e 07h00.

Mapa de ruído – o descritor do ruído ambiente exterior, expresso pelos indicadores de ruído, traçado em documento onde se representam as linhas isófonas e as áreas por elas delimitadas às quais corresponde uma determinada classe de valores expressos em dB(A).

Grande infraestrutura de transporte aéreo – o aeroporto civil, identificado pelo Instituto Nacional de Aviação Civil, onde se verifiquem mais de 50 000 movimentos por ano, considerando-se um movimento uma aterragem ou uma descolagem, salvo os destinados exclusivamente a ações de formação em aeronaves ligeiras.

Sonómetro – equipamento destinado à obtenção do nível sonoro de um som, geralmente constituído por um microfone, um amplificador que comporte uma determinada ponderação na frequência e um dispositivo detetor indicador, com determinadas características normalizadas de ponderação no tempo.

Instituto Português da Qualidade – a entidade competente para a avaliação metrológica dos equipamentos.

ANEXOS

ANEXO I – MODELO DE QUESTIONÁRIO APLICADO

ANEXO II – RESULTADOS DE QUESTIONÁRIOS APLICADOS

ANEXO III – CARTAS DE CLASSIFICAÇÃO DE ZONAS

ANEXO IV – FOLHAS DE CAMPO UTILIZADAS: RECOLHA DE DADOS

ANEXO V - CERTIFICADO DE CALIBRAÇÃO DO SONÓMETRO