

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE MERCADOS E FEIRAS DO GRANDE PORTO

Henrique Cruz

M

2024



FACULDADE DE ENGENHARIA



CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE MERCADOS E FEIRAS DO GRANDE PORTO

HENRIQUE JESUS CRUZ

Dissertação submetida para satisfação parcial dos requisitos do grau de
MESTRE EM ENGENHARIA DO AMBIENTE

Orientador: Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho

JULHO DE 2024

MESTRADO EM ENGENHARIA DO AMBIENTE 2023/2024

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

Tel. +351 220413614

✉ catc@fe.up.pt

Editado por

FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO

Rua Dr. Roberto Frias

4200-465 PORTO

Portugal

Tel. +351-22-508 1400

Fax +351-22-508 1440

✉ feup@fe.up.pt

🌐 <http://www.fe.up.pt>

Reproduções parciais deste documento serão autorizadas na condição que seja mencionado o Autor e feita referência a *Mestrado em Engenharia do Ambiente - 2023/2024 - Departamento de Engenharia Química, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, Portugal, 2024*.

As opiniões e informações incluídas neste documento representam unicamente o ponto de vista do respetivo Autor, não podendo o Editor aceitar qualquer responsabilidade legal ou outra em relação a erros ou omissões que possam existir.

Este documento foi produzido a partir de versão eletrónica fornecida pelo respetivo Autor.

À minha pequena e grande família

Well, can't we just laugh and joke around?

AM

AGRADECIMENTOS

Agradeço vivamente ao Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho pela orientação e toda a disponibilidade mostrada ao longo da realização deste trabalho.

Ao Engenheiro Eduardo Costa, pela disponibilidade e pelos ensinamentos que me prepararam para a realização das medições acústicas.

A todas as entidades gestoras dos mercados e feiras da zona do Grande Porto que facilitaram o processo das medições e a todas as pessoas que usaram um minuto do seu tempo para responder às minhas perguntas.

À minha família e em especial aos meus pais por tudo o que fizeram por mim ao longo deste longo percurso.

Aos meus amigos da senhora da hora, do secundário e a todas as pessoas que conheci na faculdade a que chamo de amigo e que chatearei durante muitos anos.

À Catarina por ser há demasiado tempo tudo aquilo que é para mim.

A quem agradeço muitas vezes, mas sem o dever. A Minas e Ambiente e a todos os que pisaram durante uma quantidade de tempo pouco saudável o melhor jardim do mundo.

À Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a Engenharia e a Minas e Ambiente.

RESUMO

Os mercados e feiras vibram com a vida da cidade, sendo diariamente frequentados por inúmeras pessoas que os ocupam não só para a atividade comercial, mas também para fins sociais e de lazer. Nem todos consideram, ao visitar estes locais, que a exposição prolongada ao ruído, em ambientes sem condições acústicas adequadas, pode ter efeitos negativos no bem-estar físico e mental, podendo resultar em danos auditivos ou distúrbios emocionais, a curto ou longo prazo. Assim, visitas recorrentes a estes espaços podem resultar em experiências negativas, dependendo da sensibilidade auditiva e da perceção subjetiva de cada indivíduo em relação ao ambiente sonoro experimentado. Diante este cenário, surge a necessidade de caracterizar acusticamente estes espaços, visando analisar a qualidade da comunicação, o conforto e a preservação da saúde dos seus frequentadores.

A avaliação acústica efetuada neste trabalho foi realizada de duas formas distintas. De forma a obter uma avaliação acústica objetiva, foram realizadas medições *in situ* obtendo-se valores para o nível sonoro do ruído ambiente dos espaços analisados. Para a realização de uma avaliação acústica subjetiva, foi realizado um inquérito sócio acústico aos visitantes e trabalhadores dos mercados e feiras em análise.

Para a avaliação do conforto acústico objetivo analisaram-se os resultados do nível sonoro equivalente (L_{Aeq}) com e sem ocupação, assim como o nível sonoro equivalente medido no exterior destes espaços. Os nove casos estudados ao longo desta dissertação encontram-se no Grande Porto: Mercado Municipal de Matosinhos, Mercado Municipal de Angeiras, Mercado Municipal da Póvoa de Varzim, Mercado do Bolhão (Porto), Mercado Municipal de Vila do Conde, Feira de S. Cosme (Gondomar), Feira da Sra. da Hora (Matosinhos), Feira de Custóias (Matosinhos) e Feira de Espinho.

Para os mercados, as medições foram realizadas apenas num regime de ocupação e nas feiras foi possível a realização de medições num regime de ocupação e num regime sem ocupação. Todas estas medições foram realizadas entre as 9 e as 13 horas em março e abril de 2024. O nível sonoro equivalente no exterior dos mercados e feiras apresentou valores entre 60 e 67 dB(A). O nível sonoro equivalente medido no interior em regime de ocupação apresentou um intervalo de valores de 61 a 70 dB(A), em regime sem ocupação os valores variaram entre 48 e 61 dB(A). Relativamente ao nível sonoro equivalente medido no interior em regime de ocupação o espaço que apresentou o melhor resultado foi a Feira de Custóias (61 dB(A)) e o espaço que apresentou o pior resultado foi o Mercado Municipal de Angeiras (70 dB(A)). Para além disso, de forma geral, verificou-se que as feiras apresentaram valores de L_{Aeq} um pouco mais baixos que os mercados analisados.

A comparação destes resultados com os resultados obtidos para o mesmo parâmetro e em condições semelhantes nos centros comerciais permite deduzir-se que os mercados e feiras tendem a apresentar valores de ruído ambiente mais baixos, uma vez que os centros comerciais apresentaram valores entre 67 e 70 dB(A).

Relativamente aos resultados obtidos pelo inquérito sócio acústico efetuado, conclui-se que os mercados e feiras são predominantemente frequentados por uma população envelhecida (78% acima dos 45 anos) e feminino (63%). Concluiu-se também que a população, de uma forma geral, encontra-se habituada e, muitas vezes, até procura o ruído ambiente sentido nestes espaços, sendo que, nestes casos, o “ruído” sentido é considerado como um “som”.

Palavras-Chave: Mercado, Feira, Centro Comercial, Ruído Ambiente, Inquérito Sócio Acústico.

ABSTRACT

The markets and fairs pulse with the city's life, being daily frequented by numerous people who occupy them not only for commercial activity but also for social and leisure purposes. Not everyone considers, when visiting these places, that prolonged exposure to noise in environments without adequate acoustic conditions can have negative effects on physical and mental well-being, potentially resulting in hearing damage or short and long-term emotional disturbances. Thus, recurring visits to these spaces can result in negative experiences, depending on everyone's auditory sensitivity and subjective perception of the experienced sound environment. Considering this scenario, there arises the need to acoustically characterize these spaces, aiming to analyze the quality of communication, comfort, and preservation of the health of their visitors.

The acoustic assessment conducted in this study was carried out in two distinct ways. To obtain an objective acoustic evaluation, in-situ measurements were performed to obtain values for the ambient noise of the analyzed spaces. Then, to conduct a subjective acoustic assessment, a socio-acoustic survey was conducted among visitors and workers of the markets and fairs under analysis.

For the evaluation of objective acoustic comfort, the results of the measured parameter of equivalent sound level (L_{Aeq}) with and without occupancy were analyzed, as well as the equivalent sound level measured outside these spaces. The nine cases studied throughout this dissertation are in Porto: Mercado Municipal de Matosinhos, Mercado Municipal de Angeiras, Mercado Municipal da Póvoa de Varzim, Mercado do Bolhão (Porto), Mercado Municipal de Vila do Conde, Feira de S. Cosme (Gondomar), Feira da Sra. da Hora (Matosinhos), Feira de Custóias (Matosinhos) e Feira de Espinho.

For the markets, measurements were only conducted during occupancy, while for the fairs, measurements were possible both during occupancy and without occupancy. All these measurements were taken between 9:00 AM and 1:00 PM in the months of March and April 2024. The equivalent sound level outside the markets and fairs ranged between 60 and 67 dB(A). The equivalent sound level measured inside during occupancy ranged from 61 to 70 dB(A), while during non-occupancy, the values ranged between 48 and 61 dB(A). Regarding the equivalent sound level measured inside during occupancy, the space with the best result was Feira de Custóias (61 dB(A)), while the space with the worst result was the Mercado Municipal de Angeiras (70 dB(A)). Additionally, overall, it was observed that the fairs had lower L_{Aeq} values than the markets analyzed.

Comparing these results with those obtained for the same parameter and under similar conditions in shopping centers allows us to deduce that markets and fairs tend to have lower ambient noise levels, as shopping centers showed values between 67 and 70 dB(A).

Regarding the results obtained from the socio-acoustic survey conducted, it is concluded that markets and fairs are predominantly frequented by an elderly population (78% above 45 years) and female gender (63%). It was also concluded that the population, in general, is accustomed to and often even seeks the ambient noise experienced in these spaces, with the "noise" being considered as a "sound" in these cases.

KEYWORDS: Market, Fair, Shopping Center, Ambient Noise, Socio-Acoustic Survey.

ÍNDICE GERAL

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO	iii
ABSTRACT	v
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE QUADROS	xiv
SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS	xvi

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS	1
1.2. ESTRUTURA DA TESE	2

2. CONCEITOS E DEFINIÇÕES	3
2.1. INTRODUÇÃO	3
2.2. CONCEITOS BASE	4
2.2.1. SISTEMA AUDITIVO	4
2.2.2. EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA	5
2.2.3. PROPAGAÇÃO DO SOM	6
2.2.4. PRESSÃO SONORA	6
2.2.5. CELERIDADE	7
2.2.6. INTENSIDADE E POTÊNCIA SONORA	7
2.2.7. NÍVEIS	8
2.2.8. FREQUÊNCIA	9
2.2.9. CURVAS DE PONDERAÇÃO	10
2.3. ACÚSTICA DE EXTERIORES	11
2.4. ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS	12
2.4.1. ABSORÇÃO SONORA	12
2.4.2. TEMPO DE REVERBERAÇÃO	14
2.4.3. MATERIAIS PARA CORREÇÃO ACÚSTICA	15
2.4.3.1. Introdução	15
2.4.3.2. Materiais porosos e fibrosos	15
2.4.3.3. Ressonadores	16

2.4.3.4. Membranas.....	18
2.4.4. CURVAS DE INCOMODIDADE.....	18
2.4.5. PERCEÇÃO DA PALAVRA.....	20
2.4.5.1. Inteligibilidade da palavra	20
2.4.5.2. Privacidade da palavra	21
2.5 OUTROS PARÂMETROS ACÚSTICOS.....	22
2.5.1. REFLEXÕES E ECOS.....	22
2.5.2. PARÂMETROS SUBJETIVOS.....	22
3. ESTADO DA ARTE.....	25
3.1. O QUE É UM MERCADO?	25
3.2. CONTEXTUALIZAÇÃO DOS MERCADOS	26
3.3. HISTÓRIA DOS MERCADOS.....	28
3.4. ACÚSTICA DE MERCADOS	30
3.5. CASOS DA ARTE	32
3.5.1. BAZAR TABRIZ	33
3.5.2. JARDINS URBANOS DO PORTO.....	34
3.5.3. PAISAGEM SONORA DE PARQUES PÚBLICOS	37
3.5.4. CENTROS COMERCIAIS DO GRANDE PORTO	38
4. CASOS DE ESTUDO: MERCADOS DO GRANDE PORTO.....	41
4.1. INTRODUÇÃO	41
4.2. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	42
4.2.1. MERCADO MUNICIPAL DE MATOSINHOS	42
4.2.2. MERCADO MUNICIPAL DE ANGEIRAS	44
4.2.3. MERCADO MUNICIPAL DA PÓVOA DE VARZIM.....	45
4.2.4. MERCADO DO BOLHÃO.....	47
4.2.5. MERCADO MUNICIPAL DE VILA DO CONDE.....	48
4.2.6. FEIRA DE SÃO COSME.....	49
4.2.7. FEIRA DA SENHORA DA HORA.....	50
4.2.8. FEIRA DE CUSTÓIAS	51
4.2.9. FEIRA DE ESPINHO.....	52

5. AVALIAÇÃO ACÚSTICA OBJETIVA	53
5.1. INTRODUÇÃO	53
5.2. RUÍDO AMBIENTE	53
5.2.1. METODOLOGIA	53
5.2.1.1. Equipamento	53
5.2.1.2. Procedimentos	54
5.2.2. RESULTADOS	55
5.2.2.1. Introdução	55
5.2.2.2. Mercado Municipal de Matosinhos	55
5.2.2.3. Mercado Municipal de Angeiras	57
5.2.2.4. Mercado Municipal da Póvoa de Varzim	59
5.2.2.5. Mercado do Bolhão	61
5.2.2.6. Mercado Municipal de Vila do Conde	62
5.2.2.7. FEIRA DE SÃO COSME	64
5.2.2.8. FEIRA DA SENHORA DA HORA	66
5.2.2.9. FEIRA DE CUSTÓIAS	69
5.2.2.10. FEIRA DE ESPINHO	71
5.2.2.11. Comparação de Resultados	73
5.3. COMPARAÇÃO COM CENTROS COMERCIAIS DO GRANDE PORTO	78
6. AVALIAÇÃO ACÚSTICA SUBJETIVA	81
6.1. INQUÉRITO SÓCIO ACÚSTICO	81
6.2. ANÁLISE DE RESULTADOS	82
7. CONCLUSÃO	87
7.1. CONCLUSÕES	87
7.2. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	90
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig. 2.1 – Inter-relação das áreas da Acústica (adaptado de [7])	3
Fig. 2.2 – Representação do ouvido humano (adaptado de [8]).....	4
Fig. 2.3 – A faixa audível de frequências e níveis de pressão sonora limitada pelo limiar de audição e pelo limiar da dor [10].....	5
Fig. 2.4 – Zonas de compressão e rarefação das moléculas no espaço [8]	6
Fig. 2.5 – Pressão atmosférica e pressão sonora (adaptado de [8])	6
Fig. 2.6 – Relação entre a potência, pressão e intensidade sonora (adaptado de [12])	8
Fig. 2.7 – Pressão sonora e níveis de pressão sonora (adaptado de [6])	8
Fig. 2.8 – Gama de frequências audíveis para o ser humano (adaptado de [14])	9
Fig. 2.9 – Curvas de igual sensibilidade auditiva (em fone) (adaptado de [8])	10
Fig. 2.10 – Comportamento de uma onda sonora ao encontrar uma superfície	13
Fig. 2.11 – Esquema representativo da constituição de um tubo de Kundt (adaptado de [16])	13
Fig. 2.12 – Comportamentos em frequência dos três tipos de materiais absorventes	15
Fig. 2.13 – Da esquerda para a direita apresentam-se como exemplos: fibras minerais (lã de rocha) [17], aglomerado negro de cortiça [18], alcatifa [19], aglomerado de fibras de madeira [20] e poliuretano expandido [21]	16
Fig. 2.14 – Ressonadores isolados: <i>Sonicbloco</i> (esquerda) e ressonador utilizado em igrejas (direita) [22].....	17
Fig. 2.15 – Exemplo de ressonadores agrupados: painel de madeira (esquerda) e de gesso para tetos falsos (direita) [23]	17
Fig. 2.16 – Curvas de incomodidade: NC (esquerda) (adaptado de [24]), NR (direita) (adaptado de [25])	19
Fig. 3.1 – Rua coberta do Grande Bazar, Istambul (esquerda) [36] e visão aérea do mesmo (direita) [35].....	26
Fig. 3.2 – Mercado Central Abasto, Cidade do México: pequena secção do mercado (esquerda) [38] e visão aérea do espaço [37]	27
Fig. 3.3 – Número médio de mercados por cem mil habitantes em Portugal continental [1]	27
Fig. 3.4 – Área total (m ²) dos mercados municipais de Portugal continental [39]	28
Fig. 3.5 – À esquerda, primeiro povo a fazer feiras (fenícios) [42]. À direita um mercado na Roma Antiga [43]	29
Fig. 3.6 – Feiras e mercados do Proto por tipo e por localização em 2015 [1]	30
Fig. 3.7 – Bazar de Tabriz, Irão [46].....	33
Fig. 4.1 – Localização dos mercados e feiras analisados (amarelo- feiras e vermelho- mercados).....	42
Fig. 4.2 – Imagem aérea do Mercado Municipal de Matosinhos (adaptado de [55]).....	42

Fig. 4.3 – Piso 0 (esquerda) [fotografia do autor] e piso 1 (direita) [56] do Mercado Municipal de Matosinhos	43
Fig. 4.4 – Revestimentos implementados no Mercado Municipal de Matosinhos [fotografia do autor].	43
Fig. 4.5 – Vista aérea do Mercado Municipal de Angeiras (adaptado de [55])	44
Fig. 4.6 – Configuração especial e características dos revestimentos no Mercado Municipal de Angeiras	44
Fig. 4.7 – Vista aérea do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [60]	45
Fig. 4.8 – Configuração dos diferentes pisos do mercado municipal da Póvoa de Varzim [61] e [fotografias do autor]	45
Fig. 4.9 – Planta do piso 1 do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [59]	46
Fig. 4.10 – Características espaciais do mercado municipal da Póvoa de Varzim [59]	46
Fig. 4.11 – Vista do mercado do Bolhão do piso superior [63]	47
Fig. 4.12 – Planta do mercado do Bolhão [64]	48
Fig. 4.13 – Vista aérea do Mercado Municipal de Vila do Conde (a preto: zona de realização da feira) [60]	48
Fig. 4.14 – Entrada do mercado e foto representativa do mercado e da feira de Vila do Conde [fotografias do autor]	49
Fig. 4.15 – Vista aérea da Feira de São Cosme, Gondomar [60]	49
Fig. 4.16 – Imagens representativas da feira de São Cosme, Gondomar [fotografias do autor]	50
Fig. 4.17 – Vista aérea da Feira da Senhora da Hora, Matosinhos [60]	50
Fig. 4.18 – Imagens representativas da Feira da Senhora da Hora, Matosinhos [fotografias do autor]	51
Fig. 4.19 – Vista aérea da Feira de Custóias, Matosinhos [60]	51
Fig. 4.20 – Vista aérea da Feira de Espinho [60]	52
Fig. 5.1 - Equipamento PeakTech 8005 utilizado para a medição do ruído de fundo [fotografia do autor]	54
Fig. 5.2 - Localização dos pontos de medição no Mercado Municipal de Matosinhos (adaptado de [60])	56
Fig. 5.3 - Pontos de medição do Mercado Municipal de Matosinhos. Ponto 1 - fotografia de cima, ponto 2 - esquerda e ponto 3 - direita [fotografias do autor]	56
Fig. 5.4 - Localização dos pontos de medição no Mercado Municipal de Angeiras (adaptado de [60]).	58
Fig. 5.5 - Ponto 1 (esquerda), do ponto 2 (centro) e do ponto 3 (esquerda) do Mercado Municipal de Angeiras [fotografias do autor]	58
Fig. 5.6 - Localização dos pontos de medição no Mercado Municipal da Póvoa de Varzim (adaptado de [60]).	59
Fig. 5.7 - Ponto 1 (esquerda) e 2 (direita) do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [fotografias do autor].	60

Fig. 5.8 - Imagens do ponto 3 (esquerda) e 4 (direita) do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [fotografias do autor].	60
Fig. 5.9 - Localização dos pontos de medição efetuados no Mercado do Bolhão [60].	61
Fig. 5.10 - Pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) [fotografias do autor].	62
Fig. 5.11 - Localização dos pontos de medição do Mercado Municipal de Vila do Conde (adaptado de [60]).	63
Fig. 5.12 - Pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) do Mercado Municipal de Vila do Conde [fotografias do autor].	63
Fig. 5.13 - Localização dos pontos de medição na Feira de S. Cosme (adaptado de [60]).	64
Fig. 5.14 - Imagens relativas aos pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) da Feira de S. Cosme [fotografias do autor].	65
Fig. 5.15 - Imagens relativas aos pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira de S. Cosme sem ocupação [fotografias do autor].	65
Fig. 5.16 - Localização dos pontos de medição na Feira da Senhora da Hora (adaptado de [60]).	67
Fig. 5.17 - Pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) da Feira da Senhora da Hora [fotografias do autor].	67
Fig. 5.18 - Pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira da Sra. Da Hora sem ocupação [fotografias do autor].	68
Fig. 5.19 - Localização dos pontos de medição na Feira de Custóias (adaptado de [60]).	69
Fig. 5.20 - Imagens relativas aos pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) da Feira de Custóias [fotografias do autor].	70
Fig. 5.21 - Pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira de Custóias sem ocupação [fotografias do autor].	70
Fig. 5.22 - Localização dos pontos de medição na Feira de Espinho (adaptado de [60]).	71
Fig. 5.23 - Pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira de Espinho [fotografias do autor].	72
Fig. 5.24 - Ponto de medição 2 da Feira de Espinho, sem ocupação [fotografia do autor].	72
Fig. 5.25 - Valores médios no interior dos Mercados e Feiras do Grande Porto.	74
Fig. 5.26 - Valores médios obtidos no exterior dos Mercados e Feiras do Grande Porto.	75
Fig. 5.27 - Nível sonoro contínuo equivalente no exterior e interior dos Mercados e Feiras e nível sonoro contínuo equivalente nas Feiras sem ocupação.	76
Fig. 5.28 - Comparação dos valores médios de L_{Aeq} dos mercados (M), feiras (F) e centro comerciais (CC), medidos no interior e em regime de ocupação.	78
Fig. 6.1 - Distribuição das respostas quanto ao género dos inquiridos nos mercados e feiras do Grande Porto.	82
Fig. 6.2 - Distribuição pela faixa etária dos inquiridos nos mercados e feiras do Grande Porto.	83
Fig. 6.3 - Respostas da globalidade dos inquiridos sobre a incomodidade dos ruídos sentidos nos espaços analisados.	83

Fig. 6.4 - Respostas da globalidade dos inquiridos sobre a incomodidade do ruído sentido num mercado/feira em comparação com a incomodidade do ruído sentido num centro comercial.	84
Fig. 6.5 - Respostas da globalidade dos inquiridos sobre o caso de continuarem a frequentar o mercado/feira caso este fosse mais ruidoso.	84
Fig. 6.6 - Respostas da globalidade dos inquiridos da identificação de ruídos sentidos nos mercados/feiras.	85
Fig. 6.7 - Respostas da globalidade dos inquiridos sobre se o ruído dos espaços frequentados é o mais alto de todos os mercados ou feiras.	85
Fig. 6.8 - Respostas da globalidade dos inquiridos sobre se o ruído dos espaços frequentados é o mais baixo de todos os mercados ou feiras.	86

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 2.1 – Valores numéricos das ponderações do filtro A para bandas de frequência de 1/1 e 1/3 oitava na gama audível [6]	11
Quadro 2.2 – Intervalo de valores máximos aceitáveis de NC para algumas situações [6]	19
Quadro 2.3 – Variabilidade da emissão da voz das vogais e consoantes [6]	20
Quadro 2.4 – Elementos que influenciam a privacidade da palavra entre locais contíguos	21
Quadro 3.1 – Características dos espaços comerciais e a influencia das mesmas em parâmetros acústicos (adaptados de [4])	32
Quadro 3.2 – Valores de L_{50} para obtenção de diferença face À inteligibilidade da palavra [50]	34
Quadro 3.3 – Proposta de classificação “acústica” dos jardins [50]	34
Quadro 3.4 – Classificação dos jardins do Porto analisados em 1990 face ao critério proposto [50] ...	35
Quadro 3.5 – Classificação dos jardins urbanos proposta [51]	36
Quadro 3.6 – Classificação “acústica” dos jardins e parques urbanos do Porto [51]	37
Quadro 3.7 – Resultados do L_{Aeq} médio, L_{Aeq} máx médio e L_{Aeq} min médio de parques de Paraná, Brasil [53]	37
Quadro 3.8 – Curvas de NC e NR para os centros comerciais A, B, C e D (do Porto), para o ruído de ocupação e ruído sem ocupação [4]	39
Quadro 3.9 – Valores médios globais dos níveis sonoros equivalentes para as praças de alimentação dos centros comerciais em estudo, ruído de ocupação e do ruído sem ocupação [4]	39
Quadro 4.1 – Mercados e Feiras incluídos neste estudo	41
Quadro 5.1 – Lista dos Mercados (M) e feiras (F) em análise	55
Quadro 5.2 – Nível sonoro equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no mercado de Matosinhos (MM)	57
Quadro 5.3 – Nível sonoro equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no mercado de Angeiras (MA)	59
Quadro 5.4 – Nível sonoro equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os quatro pontos de medição no mercado da Póvoa de Varzim (MPV)	61
Quadro 5.5 – Nível sonoro equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no mercado do Bolhão (MB)	62
Quadro 5.6 – Nível sonoro equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no mercado de Vila do Conde (MVC)	64
Quadro 5.7 – Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com/ sem ocupação, para os três pontos de medição na Feira de São Cosme (FSC)	66
Quadro 5.8 – Comparação dos valores médios dos níveis sonoros equivalentes médios e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído ambiente com e sem ocupação na Feira de S. Cosme (FSC)	66

Quadro 5.9 – Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com e sem ocupação, para os três pontos de medição na Feira da Sra. da Hora (FSH)	68
Quadro 5.10 – Comparação dos valores médios dos níveis sonoros equivalentes e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído de ambiente com e sem ocupação na Feira da Sra. da Hora	69
Quadro 5.11 – Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com e sem ocupação, para os três pontos de medição na Feira de Custóias (FC).....	70
Quadro 5.12 – Comparação dos valores médios níveis sonoros equivalentes e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído ambiente com e sem ocupação na Feira de Custóias. ...	71
Quadro 5.13 – Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com e sem ocupação, para os dois pontos de medição na Feira de Espinho (FE)	73
Quadro 5.14 – Comparação dos níveis sonoros equivalentes e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído ambiente com e sem ocupação na Feira de Espinho	73
Quadro 5.15 – Resultados médios obtidos no interior dos Mercados (M) e Feiras (F) do Grande Porto (+ maior valor, - menor valor)	74
Quadro 5.16 – Resultados médios obtidos no exterior dos Mercados (M) e Feiras (F) do Grande Porto (+ maior valor, - menor valor)	75
Quadro 5.17 – Valores do nível sonoro equivalente para os mercados (M) e feiras (F) do Grande Porto, do ruído de ocupação e sem ocupação	76
Quadro 5.18 – Comparação dos valores médios de L_{Aeq} para o interior e exterior dos mercados (M) e feiras (F) em análise (+ maior valo, - menor valor).	77
Quadro 5.19 – Comparação dos valores médios de L_{Aeq} com e sem ocupação dos mercados (M), feiras (F) e centros comerciais (CC) do Grande Porto (+ maior valor, - menor valor).....	79
Quadro 7.1 – Valores globais de L_{Aeq} dos nove mercados e feiras analisados nas diferentes situações (+ pior caso, - melhor caso).	88

SÍMBOLOS, ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS

A – Absorção sonora equivalente [m^2]

AC – *Articulation Class*

A_j – Absorções sonoras localizadas [m^2]

A_{total} – Atenuação total do percurso do emissor ao recetor [dB]

c – Celeridade [m/s]

CC – Centro Comercial

e – Espessura da placa perfurada [cm]

F – Feira

f – Frequência [Hz]

f_0 – Frequência central [Hz]

f_1 – Limite inferior da banda de frequências centrada em f_0 [Hz]

f_2 – Limite superior da banda de frequências centrada em f_0 [Hz]

FC – Feira de Custóias

FE – Feira de Espinho

FSC – Feira de São Cosme

FSH – Feira da Senhora da Hora

I – Intensidade sonora [W/m^2]

I_0 – Intensidade sonora de referência [$= 10^{-12} \text{ W}/\text{m}^2$]

l – Profundidade [m]

L_A – Nível sonoro (ponderado pelo filtro A) [dB]

L_{A10} – Nível sonoro que é excedido em 10% do intervalo do tempo de medição [dB]

L_{A50} – Nível sonoro que é excedido em 50% do intervalo do tempo de medição (mediana) [dB]

L_{A90} – Nível sonoro que é excedido em 90% do intervalo do tempo de medição [dB]

L_{Aeq} – Nível sonoro contínuo equivalente [dB]

L_{eq} – Nível de pressão sonora contínuo equivalente [dB]

L_i – Nível de intensidade sonora [dB]

L_p – Nível de pressão sonora [dB]

L_w – Nível de potência sonora

m – Absorção sonora do ar e função da humidade relativa [m^{-1}]

m – Massa superficial [kg/m^2]

M – Mercado

MA – Mercado Municipal de Angeiras

MB – Mercado do Bolhão

MM - Mercado Municipal de Matosinhos

MPV – Mercado Municipal da Póvoa de Varzim

MVC – Mercado Municipal de Vila do Conde

NC – *Noise Criterion*

NR – *Noise Rating*

P – Percentagem de área perfurada [%]

p – Pressão sonora [Pa]

p_0 – Pressão sonora de referência [$=2 \times 10^{-5}$ Pa]

P1 – Ponto de medição 1

P2 – Ponto de medição 2

P3 – Ponto de medição 3

P4 – Ponto de medição 4

r – Distância [m]

RASTI – *Rapid Speech Transmission Index*

S – Área da abertura da entrada de ar [m²]

SIL – *Speech Interference Level*

STI – *Speech Transmission Index*

TR – Tempo de reverberação [s]

V – Volume [m³]

W – Potência sonora [W]

W_0 – Potência sonora de referência [$= 10^{-12}$ W]

α - Coeficiente de absorção sonora

ρ – Massa volúmica [kg/m³]

1

INTRODUÇÃO**1.1. ENQUADRAMENTO E OBJETIVOS**

Os mercados e feiras assumem um papel fundamental na sociedade moderna. Estes servem como plataformas cruciais para a troca de bens, serviços e ideias [1]. No entanto, o conforto acústico nestes espaços é muitas vezes pouco analisado ou ignorado, uma vez que são, muitas vezes, espaços antigos e que têm sido substituídos por grandes superfícies, como os centros comerciais.

O ruído, comumente definido como um som indesejado, é um problema ambiental cada vez mais intenso e generalizado a que todos os seres humanos estão expostos ao longo da sua vida. Este problema aprofunda-se ainda mais em centros urbanos devido à elevada densidade populacional, urbanização e industrialização [2].

Assim, o ruído é uma das principais causas de degradação da qualidade de vida das populações. Os meios de transporte são os principais responsáveis, embora o ruído de atividades industriais e comerciais possa assumir relevo em algumas situações [3].

Por esta razão, surgiu a necessidade do desenvolvimento deste trabalho. Esta dissertação tem como objetivo a caracterização e a análise dos níveis sonoros do interior dos mercados e feiras mais significativos da zona do Grande Porto. De forma a ser possível a comparação dos valores do nível sonoro do ruído ambiente em diferentes cenários, realizou-se a sua medição *in situ* em duas situações distintas: no caso dos mercados, as medições foram efetuadas durante o seu período de funcionamento, ou seja, num estado de ocupação, no seu interior e exterior; no caso das feiras, foram realizadas medições no seu interior e exterior, num estado com e sem ocupação.

Para além disto, realizou-se a comparação destes valores com os valores de medições feitas em grandes centros comerciais da cidade do Porto. Estes dados foram obtidos do estudo realizado em 2015, “*Caracterização acústica de grandes centros comerciais*” [4]. Esta comparação permite a avaliação da diferença de níveis do ruído ambiente entre os mercados e feiras e os centros comerciais.

Neste trabalho é também realizada uma análise subjetiva ao ruído ambiente sentido nos espaços analisados, através da realização de um inquérito sócio acústico a visitantes e trabalhadores destes espaços.

Por fim, este estudo destaca as principais características e problemas acústicos encontrados nos mercados do Grande Porto. São também sugeridas medidas para melhorar as condições sonoras quando estas não são as mais favoráveis ao bem-estar dos frequentadores. É de realçar que o tempo que as pessoas passam num mercado também se encontra relacionado com o seu nível de

conforto em relação ao ruído ambiente. Assim, é evidente o papel das entidades gestoras em procurar estudos e implementar medidas corretivas de forma a proporcionar ao utilizador destes espaços um ambiente mais confortável e agradável.

1.2. ESTRUTURA DA TESE

O presente trabalho está dividido em sete capítulos.

O primeiro capítulo apresenta três finalidades distintas. Inicialmente expõe os objetivos e o enquadramento do tema em estudo com a atualidade, de forma a justificar a sua pertinência. Por fim, este capítulo apresenta a estrutura da dissertação.

O segundo capítulo fornece uma introdução a alguns conceitos e definições fundamentais para este projeto e importantes para o estudo acústico.

No terceiro capítulo realiza-se uma exposição teórica e histórica sobre os mercados. De seguida, faz-se a contextualização da acústica neste tipo de comércio, assim como a referência a casos semelhantes onde já se realizaram avaliações acústicas. Neste capítulo são também apresentados os requisitos acústicos adequados.

No quarto capítulo são apresentados os mercados do grande porto em estudo: Mercado Municipal de Matosinhos, Mercado Municipal de Angeiras (Matosinhos), Mercado Municipal da Póvoa de Varzim, Mercado do Bolhão (Porto), Mercado Municipal de Vila do Conde, Feira de São Cosme (Gondomar), Feira da Senhora da Hora (Matosinhos), Feira de Custóias (Matosinhos) e Feira de Espinho.

O quinto capítulo destina-se à avaliação acústica objetiva. Neste capítulo é apresentado a metodologia utilizada, assim como todos os resultados obtidos através de medições *in situ*. O parâmetro analisado foi o ruído de fundo e foi analisado em diferentes circunstâncias de ocupação do espaço. Todos estes valores foram apreciados e comparados entre si e entre os resultados obtidos num estudo de espaços interiores de centros comerciais do Grande Porto.

O sexto capítulo apresenta uma análise acústica subjetiva de todos os mercados em estudo. Neste capítulo foi realizado um inquérito a clientes e lojistas de forma a se obter uma apreciação subjetiva dos visitantes e trabalhadores destes espaços.

Por último, o sétimo capítulo indica as conclusões da presente dissertação, bem como os problemas encontrados e as sugestões de melhoria dos espaços para as entidades administrativas. Além disso, apresenta direções para pesquisas futuras sobre o tema.

2

CONCEITOS E DEFINIÇÕES

2.1. INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta as propriedades e conceitos teóricos que fundamentam a caracterização acústica, nomeadamente a definição de som, propagação e caracterização. Além disso, abordam-se os temas relativos à área da Acústica de Edifícios e a Acústica de Exteriores, visto que são dois assuntos relevantes para o desenvolvimento deste trabalho.

A Acústica é a ciência do som, incluindo a sua produção, transmissão e efeitos [5]. Esta subdivide-se nos mais diversos usos, abordando as mais variadas áreas do conhecimento. Essas áreas podem-se englobar em quatro ramos principais: Engenharia, Arte, Biociências e Geociências [6]. A área de interesse neste estudo fica compreendida entre a Arte e a Engenharia, como se encontra assinalado na Figura 2.1.

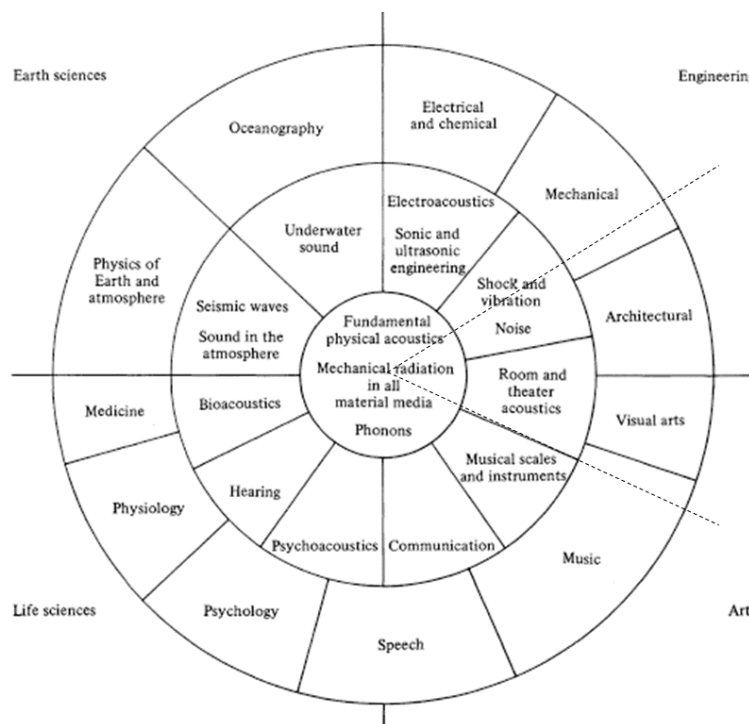


Figura 2.1 - Inter-relação das áreas da Acústica (adaptado de [7]).

O Som suporta duas noções: um estímulo e uma sensação. O som pode ser visto como um fenómeno físico baseado no movimento ondulatório que se propaga num meio elástico. Por outro

lado trata-se de um fenómeno psicofísico fundamentado pelo mecanismo de excitação detetado pelo sistema auditivo que cria uma sensação no cérebro [8]. Por conseguinte, o som pode causar uma sensação agradável apresentando algum significado a um ouvinte, mas se este mesmo som for desagradável ou não tiver nenhum significado o estímulo passa a denominar-se por ruído.

2.2. CONCEITOS BASE

2.2.1. SISTEMA AUDITIVO

O sistema auditivo permite captar e distinguir os sons. Toda esta ciência da Acústica não teria significado sem a sua existência. Assim, é fundamental conhecer a constituição básica do ouvido humano.

A Figura 2.2 apresenta um esquema da constituição do ouvido do ser humano. Este pode dividir-se em três partes mais importantes: ouvido externo, ouvido médio e ouvido interno.

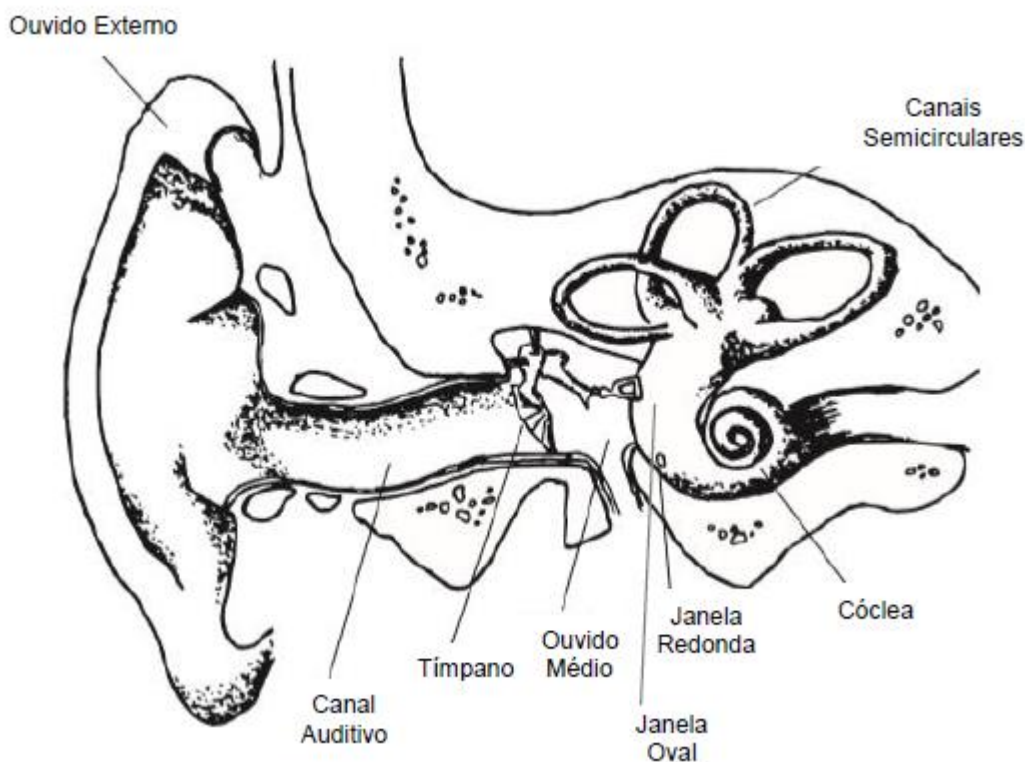


Figura 2.2 - Representação do ouvido humano. (adaptado de [8]).

O ouvido externo é responsável por captar e levar as ondas sonoras pelo canal auditivo até ao tímpano que entra em vibração. O ouvido médio é constituído pelos três ossículos: martelo, bigorna e estribo. Estes três ossículos são responsáveis pela amplificação das ondas sonoras captadas fazendo com que estas passem do meio aéreo para o meio líquido localizado no interior da cóclea. O ouvido interno é constituído pela cóclea. É dentro desta que acontece a transformação da vibração em informação neural através dos movimentos dos cílios. Os cílios são os constituintes da membrana basilar que se encontra dentro da cóclea. Ao longo da membrana basilar os cílios reagem a diferentes frequências, sendo as altas detetadas na zona inicial e as baixas em praticamente todo o seu comprimento [6].

2.2.2. EFEITOS DO RUÍDO NA SAÚDE HUMANA

O ruído corresponde ao som indesejado que pode atingir níveis não toleráveis e provocar danos na saúde e bem-estar de quem é exposto a esse estímulo sonoro [9].

Um dos efeitos do ruído na saúde humana acontece com a contínua permanência a ruídos intensos, que leva à perda de audição. Este fenómeno faz com que os cílios se agitem demasiado, podendo perder a sua capacidade de recuperação devido às mudanças de posição e eventualmente partir. Atualmente, não existe uma solução para a regeneração dos cílios pelo que a perda de audição será permanente. A única proteção que o ouvido apresenta para estes ruídos intensos é o reflexo acústico que faz reduzir até um valor máximo de 12 dB os ruídos das baixas frequências. Esta característica provoca a contração dos músculos do ouvido médio perturbando a funcionalidade dos ossículos na condução das ondas sonoras até à cóclea. No entanto, este reflexo só atua para níveis de pressão sonora acima dos 85 dB [6].

Na Figura 2.3 encontra-se a faixa audível de frequências e níveis de pressão sonora do ouvido do ser humano. Os sons audíveis estão limitados, no nível inferior, pelo limiar da audição e o nível superior, pelo limiar da dor. Nesta figura é possível observar-se também que na zona mais central se encontram o som da palavra rodeado pelo som da música e de ruídos diversos. A sensibilidade auditiva compreende numa faixa vertical os níveis de pressão sonora de 0 a cerca de 120 dB, enquanto numa faixa horizontal inclui as frequências de 20 a 20k Hz [10].

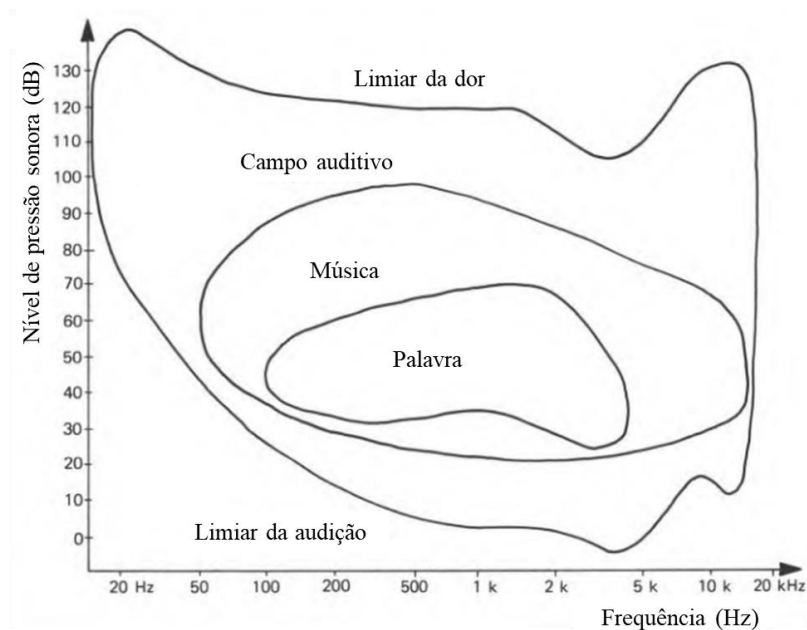


Figura 2.3 - A faixa audível de frequências e níveis de pressão sonora limitada pelo limiar de audição e pelo limiar da dor [10].

É importante referir que ruídos com o nível de pressão sonora igual ou superior a 120 dB (limiar da dor) para além de causarem desconforto, podem causar danos auditivos permanentes. Por outro lado, o ouvido humano não é capaz de detetar sons mais suaves do que o movimento de partículas de ar no tímpano. Por essa razão, qualquer som de nível inferior é abafado pelo som das partículas de ar, sendo este o limiar da audição [6].

Para além de danos auditivos, a saúde humana também está em risco quando existe exposição contínua a ruídos de níveis de pressão sonora superiores a 70 a 75 dB. Esta exposição pode ser responsável por distúrbios de sono, distúrbios cardiovasculares, mudanças de humor, ansiedade, dores de cabeça, entre outros [11].

2.2.3. PROPAGAÇÃO DO SOM

A propagação do som ocorre através da vibração de um meio elástico e na subsequente transmissão do estímulo às moléculas adjacentes até alcançar o recetor. Se o meio elástico for o ar, o som propaga-se sob a forma de ondas esféricas concêntricas, tendo a fonte sonora como o seu centro.

Devido à elasticidade, as partículas estimuladas têm tendência a deslocar-se e, de seguida, retornar à sua posição inicial. Formam assim, zonas de compressão, onde as partículas se aglomeram e onde a pressão do ar é mais elevada. O contrário também acontece, formando zonas de rarefação, onde as partículas se apresentam dispersas. Na Figura 2.4, é possível observar-se este fenómeno através de uma simplificação deste, substituindo as moléculas por linhas verticais.



Figura 2.4 - Zonas de compressão e de rarefação das moléculas no espaço [8].

2.2.4. PRESSÃO DO SOM

A pressão sonora é a característica mais importante do estímulo sonoro e corresponde à variação de pressão produzida por uma onda sonora relativamente ao valor de referência de pressão no meio de propagação das ondas. No caso do ar, a pressão atmosférica corresponde, aproximadamente, a 101400 Pa [6]. As variações de pressão devido a estímulos sonoros são muito inferiores à pressão atmosférica. No entanto o ser humano consegue detetar diferenças de pressão de 0,00002 Pa [10]. Estas variações devem-se à criação de zonas de compressão e rarefação na propagação das ondas sonoras, como se pode observar na Figura 2.5.

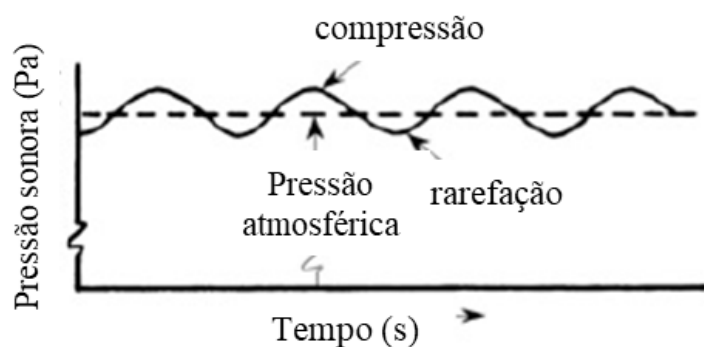


Figura 2.5 - Pressão atmosférica e pressão sonora (adaptado de [8]).

2.2.5. CELERIDADE

A velocidade de propagação ou velocidade do som depende de duas características do meio: massa e elasticidade. Para além disso, a velocidade de propagação do som varia também com a temperatura.

Considerando o ar seco e ao nível médio da água do mar, a celeridade pode ser calculada com recurso da equação 2.1.

$$c = 20,045\sqrt{T} \quad (2.1)$$

A celeridade é expressa em m/s e T corresponde à temperatura em unidades kelvin.

2.2.6. INTENSIDADE E POTÊNCIA SONORA

A intensidade sonora (I) e a potência sonora (W) são mais duas grandezas importantes para a análise da propagação de uma onda sonora.

A intensidade sonora avalia a componente direcional do som. Esta grandeza é vetorial e refere-se à quantidade média de energia que atravessa uma área de 1 m^2 por segundo, normal a uma dada direção, em W/m^2 [6].

Num ambiente livre, o som emitido por uma fonte pontual propaga-se de forma esférica e uniforme em todas as direções, resultando em uma diminuição da sua intensidade à medida que se afasta da fonte devido à dispersão da energia sonora por uma área maior.

A potência sonora trata-se de uma característica da fonte sonora. Esta grandeza caracteriza a energia total que atravessa por segundo uma esfera fictícia de raio r centrada na fonte e é medida e quantificada em W.

A relação da pressão, intensidade e potência sonora pode ser obtida através da equação 2.2 [6].

$$I = \frac{W}{4\pi r^2} = \frac{p^2}{\rho c} \quad (2.2)$$

Onde:

- I – intensidade sonora (W/m^2);
- W – potência sonora (W);
- p – pressão sonora (Pa);
- r – distância (m)
- ρ – massa volúmica do meio de propagação (no ar, $\rho \approx 1,2 \text{ kg/m}^3$);
- c – celeridade (m/s).

Na Figura 2.6 estão representadas todas estas grandezas físicas.

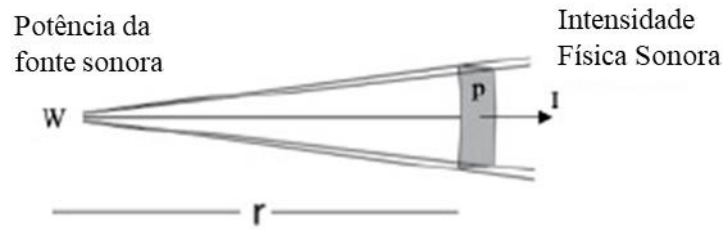


Figura 2.6 - Relação entre a potência, pressão e intensidade sonora (adaptado de [12]).

2.2.7. NÍVEIS

No domínio da pressão, a gama de audibilidade humana situa-se entre o limiar da audição (10^{-5} Pa) e o limiar da dor (100 Pa), variando cerca de 10^7 Pa. Por esta razão e também porque o ouvido não responde de forma linear aos estímulos, mas de modo quase logarítmico, é mais adequado a utilização da unidade decibel (dB) [6].

A equação 2.3 é a fórmula de conversão da pressão sonora (p) em níveis de pressão sonora (L_p).

$$L_p = 10 \log \frac{p^2}{p_0^2} \quad (2.3)$$

Na equação anterior, L_p é o nível de pressão sonora (dB), p é a pressão sonora (Pa) e p_0 é a pressão sonora de referência (2×10^{-5} Pa) [6].

Através da Figura 2.7 é possível observar-se uma comparação entre os valores de pressão sonora (p) e os níveis de pressão sonora (L_p).

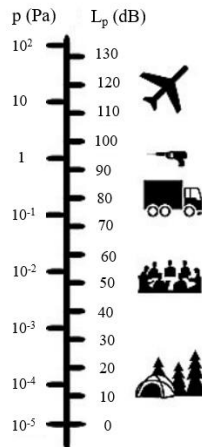


Figura 2.7 - Pressão sonora e níveis de pressão sonora (adaptado de [6])

As outras grandezas referidas na secção anterior também são utilizadas para caracterizar o fenómeno sonoro em dB. Assim, existem também os níveis de intensidade sonora (L_i) e os níveis de potência sonora (L_w):

$$L_i = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.4)$$

$$L_w = 10 \log \frac{W}{W_0} \quad (2.5)$$

Sendo:

- L_i – nível de intensidade sonora (dB);
- L_w – nível de potência sonora (dB);
- I – intensidade sonora (W/m^2);
- I_0 – intensidade sonora de referência (10^{-12} W/m^2);
- W – potência sonora (W);
- W_0 – potência sonora de referência (10^{-12} W).

2.2.8. FREQUÊNCIA

Depois da pressão sonora, a frequência é a característica mais importante para definir um estímulo sonoro. A frequência é medida em *hertz* (Hz) e representa o número de ciclos de pressão (compressão e rarefação) completos por segundo num determinado meio [13]. Esta propriedade permite distinguir diferentes fontes sonoras. Se o som/ruído emitido for grave será predominantemente de baixas frequências e se for agudo de altas frequências.

Como demonstra a Figura 2.8, a audição humana é sensível entre os 20 e 20k Hz, denominando-se os sons de frequência inferior de *infra-sons* e os de frequência superior de *ultra-sons*.

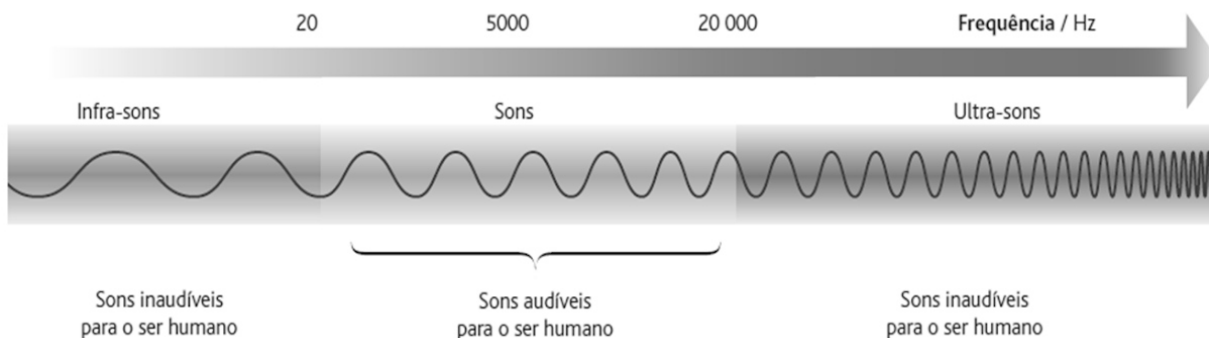


Figura 2.8 - Gama de frequências audíveis para o ser humano (adaptado de [14]).

No âmbito da Acústica de Edifícios e do presente trabalho, importa distinguir três grandes zonas de frequências:

- Frequências graves – 20 a 355 Hz;
- Frequências médias – 355 a 1410 Hz;
- Frequências agudas – 1410 a 20k Hz.

A maior parte dos sons/ruídos contém energia numa ampla gama de frequências. Por essa razão, seria demasiado exaustivo fazer a análise de cada uma delas separadamente. Assim, para efeitos práticos, a análise é feita por bandas de frequência. As bandas de frequência são intervalos entre um limite inferior (f_1) e um limite superior (f_2). O valor médio entre esses dois limites é denominado de frequência central (f_0) e obtém-se através da equação 2.6 [6].

$$f_0 = \sqrt{f_1 f_2} \quad (2.6)$$

As medidas de frequência mais comumente utilizadas são as bandas de oitava e as bandas de 1/3 de oitava. Os valores de frequências centrais (f_0) destas bandas de oitava na gama do audível são os seguintes:

- Banda de 1/1 oitava – 16, 31, 63, 125, 250, 500, 1k, 2k, 4k, 8k e 16k Hz;
- Banda de 1/3 oitava – 20, 25, 31, 40, 50, 63, 80, 100, 125, 160, 200, 250, 315, 400, 500, 630, 800, 1k, 1250, 1600, 2k, 2500, 3150, 4k, 5k, 6300, 8k, 10k, 12500, 16k e 20k Hz.

2.2.9. CURVAS DE PONDERAÇÃO

O ouvido humano não tem a capacidade de outros equipamentos de captar as pressões sonoras com total fidelidade independentemente de qual seja a frequência do som. O ouvido humano interpreta e dá maior ou menor importância ao som conforme a frequência a que é emitido. A gama de frequências entre os 2300 e os 2800 Hz é a mais sensível ao ouvido humano e este é muito pouco sensível para as baixas frequências (inferiores a 125 Hz) [6].

Desta forma, surgem as curvas de igual percepção subjetiva da intensidade sonora, que são graduadas pela unidade *fone*, que convencionalmente corresponde ao nível de pressão sonora em 1k Hz, como se pode observar na Figura 2.9.

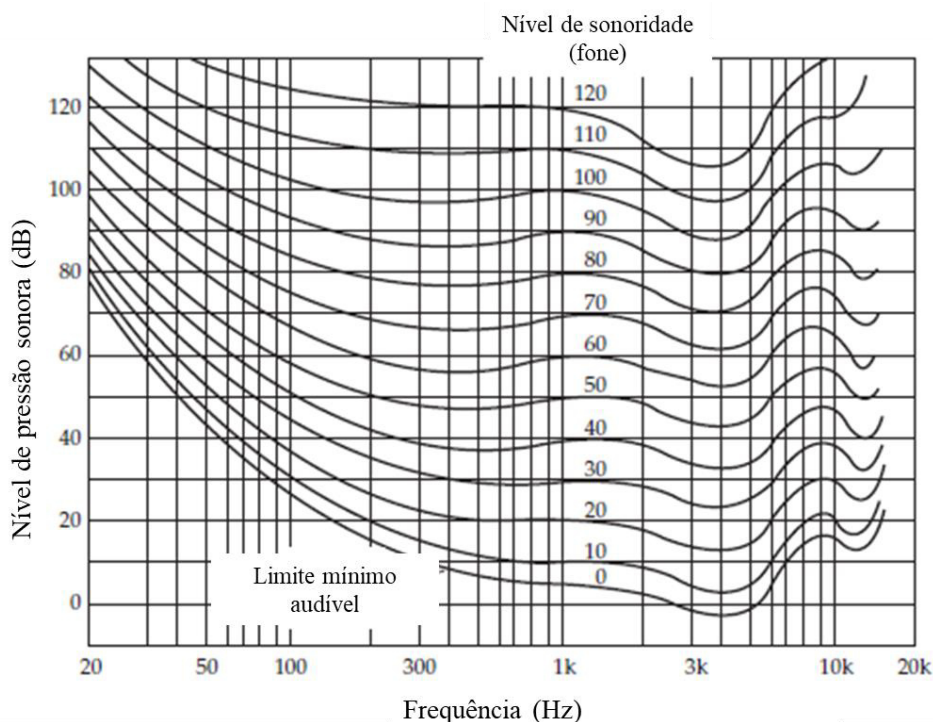


Figura 2.9 - Curvas de igual sensibilidade auditiva (em *fone*) (adaptado de [8]).

Para aproximar os valores medidos pelos equipamentos à real e subjetiva audição humana, aplicam-se filtros sonoros que alteram o valor do nível de pressão sonora registado. Essas correções são representadas por curvas de ponderação em função das frequências de som captado e a mais usado é a curva (ou filtro) *A*. Desta forma, a energia acústica de um ruído filtrado por uma curva de ponderação do tipo *A* é traduzida no nível sonoro em dB(A). No Quadro 2.1, são apresentadas as correções do filtro *A* para as bandas de frequências correspondentes a 1/1 oitava e 1/3 oitava.

Quadro 2.1 - Valores numéricos das ponderações do filtro A para bandas de frequência de 1/1 e 1/3 oitava na gama audível [6].

Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 oitava	Ponderação A para 1/1 oitava	Banda de frequência (Hz)	Ponderação A para 1/3 oitava	Ponderação A para 1/1 oitava
25	-44,7		800	-0,8	
31	-39,4	-40	1000	0	0
40	-34,6		1250	0,6	
50	-30,2		1600	1,0	
63	-26,2	-26	2000	1,2	+1
80	-22,5		2500	1,3	
100	-19,1		3150	1,2	
125	-16,1	-15,5	4000	1,0	+1
160	-13,4		5000	0,5	
200	-10,9		6300	-0,1	
250	-8,6	-8,5	8000	-1,1	-1
315	-6,6		10000	-2,5	
400	-4,8		12500	-4,3	
500	-3,2	-3	16000	-6,6	-7
630	-1,9		20000	-9,3	

2.3. ACÚSTICA DE EXTERIORES

A propagação do som no ar é influenciada por vários fatores que contribuem para a sua atenuação. Em qualquer ponto, o nível de pressão sonora num recetor é uma consequência direta do nível de potência sonora da fonte emissora e da atenuação total ao longo de todo o percurso da onda sonora entre o emissor e o recetor (equação 2.7) [6].

$$L_p = L_w - A_{Total} \quad (2.7)$$

Em que:

- L_p – nível de pressão sonora no recetor (dB);
- L_w – nível de potência sonora do emissor (dB);
- A_{total} – atenuação total do percurso do emissor ao recetor (dB).

A atenuação total é o somatório dos seguintes efeitos de atenuação:

- Atenuação por divergência geométrica;
- Atenuação devida ao ar;
- Atenuação devida à absorção do solo;
- Ação dos gradientes de temperatura e velocidade do vento;
- Atenuação devida à densa vegetação;
- Atenuação devida a propagação em zona industrial;
- Atenuação devida a edifícios;
- Ação do nevoeiro e da chuva.

Infelizmente, a propagação do som do emissor ao recetor não sofre apenas este tipo de atenuações, uma vez que existe uma grande variedade de ruídos que interferem com a mensagem a ser transmitida. Num ambiente urbano o ruído de tráfego é o que apresenta uma maior problemática. Seguido deste, existem outros tipos de ruídos como o ruído de estaleiros de construção civil e o ruído de linhas de muito alta tensão [6].

2.4. ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS

2.4.1. ABSORÇÃO SONORA

A lei de conservação de energia afirma que a energia não pode ser criada nem destruída. No entanto, a energia pode ser transformada de uma forma para outra. Assim, num caso aplicado à acústica de edifícios, se existir uma energia sonora excessiva numa sala, a energia em si não pode ser eliminada, mas pode ser transformada numa forma inofensiva [8]. A absorção sonora é a característica que um material possui de transformar parte da energia sonora que sobre ele incide noutro tipo de energia, geralmente energia térmica [6].

A relação entre a energia absorvida e a energia incidente é denominada de coeficiente de absorção sonora (α). Este coeficiente varia entre 0 e 1, sendo que quanto mais baixo for este valor para um dado material, significa que este é muito refletor. O contrário significa que o material é muito absorvente do som que lhe incide. Um dado material começa a ser chamado de absorvente quando o seu coeficiente de absorção apresenta valores superiores a 0,5 [6]. A equação 2.8 apresenta o cálculo deste coeficiente.

$$\alpha = \frac{Energia_{absorvida}}{Energia_{incidente}} \quad (2.8)$$

O valor do coeficiente de absorção sonora varia com o ângulo de incidência da onda sonora e com a frequência do som incidente [6]. Isso significa que é de elevada importância considerar a disposição do material absorvente e qual a gama de frequências alvo a absorver.

A Figura 2.10 demonstra a propagação de uma onda sonora no momento que incide numa superfície absorvente.

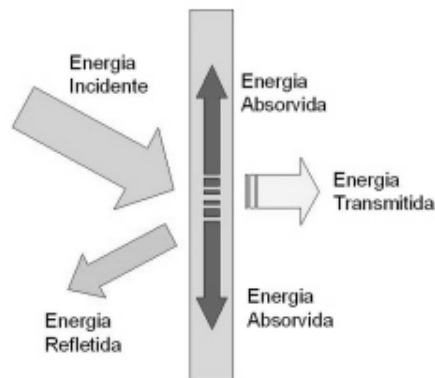


Figura 2.10 - Comportamento de uma onda sonora ao encontrar uma superfície [15].

Para a medição deste parâmetro existem dois métodos normalizados: método do tubo de ondas estacionárias (ou tubo de Kundt) e o método da câmara reverberante.

O método do tubo de Kundt (Figura 2.11) envolve a utilização de um tubo com 10 cm de diâmetro. Numa extremidade do tubo, é colocada uma pequena amostra circular de 5 cm de raio do material a ser analisado. Na extremidade oposta, é colocado um altifalante que emite uma energia sonora conhecida. No centro do altifalante é posicionada uma vareta metálica com um microfone na ponta, permitindo a deteção das ondas estacionárias geradas pela interação entre a onda incidente na amostra e a onda refletida. A forma destas ondas possibilita a determinação da absorção sonora do material. No entanto este método, apesar de apresentar um simples uso, detém algumas limitações. A grande problemática deste método é o ângulo de incidência das ondas emitidas pelo altifalante, que é único e perpendicular à energia incidente na amostra, eliminando a perspetiva real de um campo difuso de ondas [6].

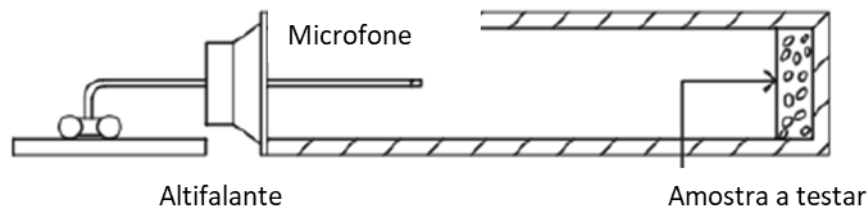


Figura 2.11 - Esquema representativo da constituição de um tubo de Kundt (adaptado de [16]).

O segundo método, a câmara reverberante, é uma grande sala com todas as superfícies refletoras. Neste método, o material a se testado deverá ter dimensões compreendidas entre 10 e 12 m² e é colocado no solo da câmara reverberante e o tempo de reverberação é medido. A absorção sonora do material em estudo é obtida através da comparação do tempo de reverberação da sala vazia com o tempo de reverberação da sala com a amostra presente [6].

Este segundo método é então mais eficiente que o método do tubo de ondas estacionárias pois este só apresenta resultados válidos para incidência perpendicular de ondas sonoras. No entanto, o segundo método necessita de uma amostra muito maior e de um investimento considerável para a construção da sala refletora.

2.4.2. TEMPO DE REVERBERAÇÃO

O tempo de reverberação é uma das características principais que define a qualidade acústica de um local fechado. As ondas sonoras dentro de um compartimento no qual esteja uma fonte sonora em funcionamento, chegam a um recetor que por via direta, quer por via indireta. As ondas diretas atingem o recetor em linha reta desde o emissor. As ondas indiretas, atingem o ouvinte após reflexões, que podem ser únicas ou múltiplas, em superfícies existentes na sala. Depois de emitida a onda direta, as reflexões dos sons refletidos continuam a atingir sucessivamente o recetor, até que a onda sonora se dissipe, seja pela absorção das superfícies sonoras, seja pela absorção do ar [6].

Após múltiplas reflexões, o intervalo de tempo em segundos que um som demora a extinguir-se por completo é denominado por tempo de reverberação (TR). Por definição, é o tempo em que o nível de pressão sonora demora a decair 60 dB desde que a fonte sonora deixa de emitir. Contudo, antes da extinção do som emitido, o ruído de fundo tende a sobrepor-se pelo que é pouco comum obter um decaimento de 60 dB. Assim, o mais comum é a obtenção de um decaimento de 20 ou 30 dB e a extrapolação para 60 dB [6].

No final da década de 1890, o físico americano Wallace Clement Sabine criou a fórmula de Sabine (equação 2.9), que relaciona a absorção sonora, o volume e o tempo de reverberação.

$$TR = \frac{0,16 \times V}{A} \quad (2.9)$$

Sendo:

- TR – tempo de reverberação (s);
- V – volume do compartimento (m³);
- A – absorção sonora equivalente (m²).

A absorção sonora equivalente pode ser representada pelo somatório da multiplicação do coeficiente de absorção sonora de um material com a superfície do mesmo e pelas outras absorções. Desde modo, obtém-se a forma genérica da fórmula de Sabine (equação 10).

$$TR = \frac{0,16 \times V}{\sum_{i=1}^N \alpha_i S_i + \sum_{j=1}^M A_j + mV} \quad (2.10)$$

Em que:

- A_j – absorções sonoras localizadas (m²);
- m – absorção sonora do ar e função da humidade relativa (m⁻¹).

Pela equação de Sabine consegue-se determinar que quanto maior for a absorção e menor for o volume do espaço, mais curto vai ser o tempo de reverberação. Para além disso, as frequências a que o som é emitido faz variar os resultados, uma vez que a capacidade de absorção sonora dos materiais varia com a frequência deste.

É de salientar que existem valores ideais de tempo de reverberação para diferentes fins a que uma sala se destina. Salas destinadas a comunicação, como salas de aulas ou estúdios de gravação necessitam de tempos de reverberação muito baixos. De modo que a percessão da palavra não seja mascarada pela sobreposição dos sons refletidos. De outra forma, existem salas, como igrejas, catedrais e mesmo salas de espetáculo que beneficiam com valores de tempo de reverberação minimamente elevados (1,6 a 3,4 s).

2.4.3. MATERIAIS PARA CORREÇÃO ACÚSTICA

2.4.3.1. Introdução

O tratamento acústico de um local compreende os acabamentos e revestimentos das superfícies envolventes. Os materiais e sistemas absorventes atuam de forma diferente para as várias gamas distintas de frequências. Estes materiais separam-se em três categorias:

- Porosos e fibrosos (maior eficácia nas altas frequências);
- Ressonadores (maior eficácia nas médias frequências);
- Membranas (maior eficácia nas baixas frequências).

Na Figura 2.12 é possível observar com clareza o comportamento típico destes três materiais ao longo das diferentes frequências.

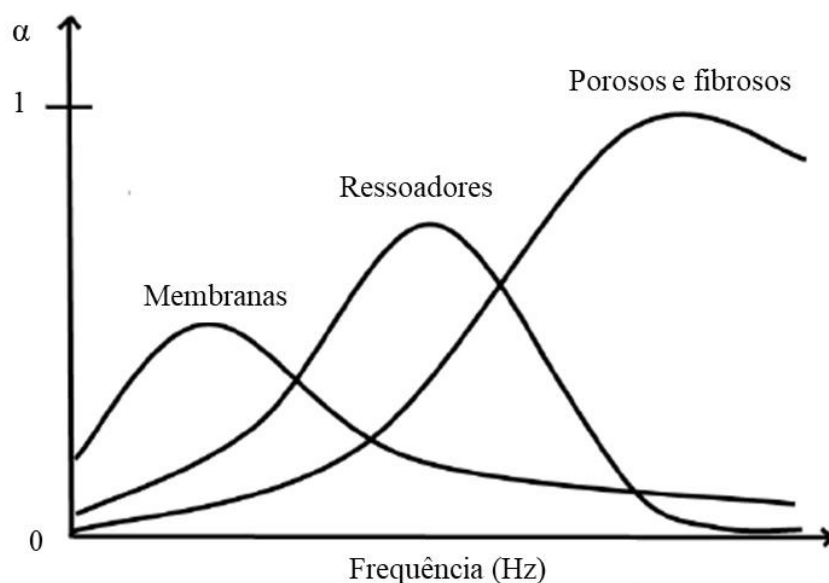


Figura 2.12 - Comportamento em frequência dos três tipos de materiais absorventes (adaptado de [6]).

2.4.3.2. Materiais porosos e fibrosos

Os materiais porosos e fibrosos são mais eficazes nas altas frequências e o mecanismo de absorção sonora destes materiais baseia-se na existência de poros e interstícios. Quando a energia sonora incide nestes materiais, as ondas sonoras penetram os interstícios e transformam parte da sua energia sonora em calor devido ao movimento das fibras, que resistem por fricção. Para estes materiais serem eficazes na absorção sonora é necessário que estejam bem aplicados. Se as fibras estiverem muito afastadas haverá pouca energia perdida em calor. O caso contrário também acontece, se as fibras estiverem muito concentradas, não haverá muita penetração no material [6].

O desempenho deste tipo de materiais depende da capacidade destes em dissiparem energia nos seus pequeníssimos poros, muito influenciada pela sua densidade e espessura. Os posteriores acabamentos e revestimentos devem ser acusticamente adequados de modo a não se perderem as características acústicas desejadas e manter a eficácia de absorção [6].

Existem vários materiais porosos e fibrosos (Figura 2.13) que podem ser qualificados consoante as suas características físicas [6]:

- Tecidos e alcatifas – a absorção acústica dos tecidos aumento com o peso específico, com o grau de franzido e a distância à parede. As alcatifas são mais eficazes com a maior espessura do pelo e dependendo do tipo do suporte;
- Massas porosas para projeção – apresenta uma massa específica de $150 (\pm 15) \text{ kg/m}^3$ e têm um excelente comportamento acústico;
- Aglomerados de fibras de madeira – painéis de aparas de madeiras com uma razoável capacidade de absorção sonora;
- Fibras minerais – mantas ou placas em que a absorção sonora varia consoante a espessura, densidade e largura da caixa de ar. O aumento da espessura e a existência de caixa de ar aumentam também a capacidade de absorção sonora nas baixas frequências;
- Materiais plásticos – importa destacar o poliuretano expandido, poliestireno expandido e espuma flexível de poliuretano;
- Aglomerados de cortiça – nesta categoria apenas o aglomerado negro é que pode ser considerado um bom absorvente sonoro.



Figura 2.13 - Da esquerda para a direita apresentam-se como exemplos: fibras minerais (lã de rocha) [17], aglomerado negro de cortiça [18], alcatifa [19], aglomerado de fibras de madeira [20] e poliuretano expandido [21].

2.4.3.3. Ressonadores

Os ressoadores podem ser distinguidos em duas categorias: isolados e agrupados. Ambas estas categorias de ressoadores são mais eficazes para atuar nas médias frequências [6].

Os ressoadores isolados (Figura 2.14) podem também ser designados por ressoadores de cavidade ou ressoadores de Helmholtz e são sistemas formados apenas por uma cavidade com uma abertura estreita. Estes ressoadores funcionam com o movimento do ar em vibração para o seu interior através da abertura. Dentro do ressoador, o ar é elástico e a massa do ar na entrada reage com a elasticidade para formar um sistema de ressonância. A eficácia deste sistema pode ser alargada na gama de frequência adicionando-se material absorvente sonoro na caixa de ar, mas perde-se amplitude de absorção.

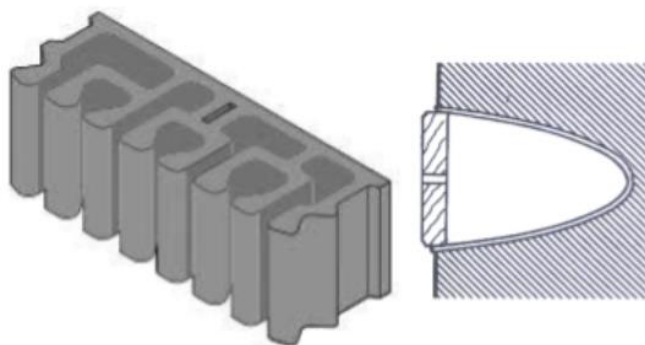


Figura 2.14 - Ressonadores isolados: *Sonicbloco* (esquerda) e ressonador utilizado em igrejas (direita) [22].

A frequência de eficácia máxima para os ressonadores isolados pode ser calculada através da equação 2.11 e depende do volume da cavidade, profundidade e raio da abertura de entrada de ar.

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{S}{V(l - 1,6r)}} \quad (2.11)$$

Sendo que:

- c – celeridade (m/s);
- S – área da abertura da entrada de ar (m²);
- V – volume da cavidade (m³);
- l – profundidade da entrada de ar (m);
- r – raio da entrada de ar (m).

A outra categoria de ressonadores, os ressonadores agrupados (Figura 2.15) é a mais utilizada. São exemplos de ressonadores agrupados os painéis perfurados metálicos, de madeira ou de gesso cartonado. Estes são muito utilizados como alternativa a um simples teto falso.

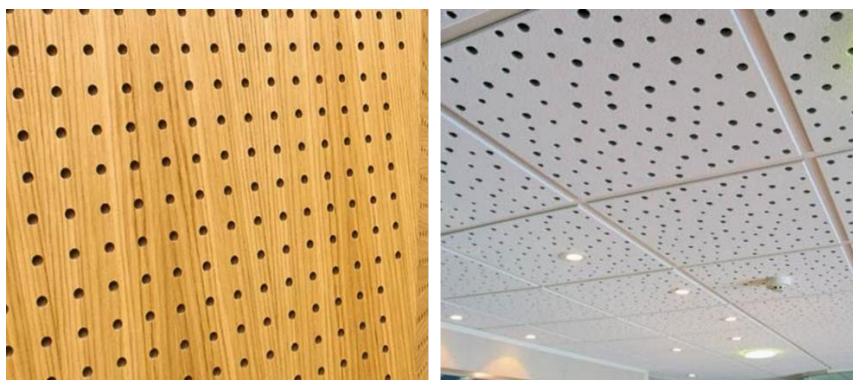


Figura 2.15 - Exemplo de ressonadores agrupados: painel de madeira (esquerda) e de gesso para tetos falsos (direita) [23].

A eficácia de absorção aumenta com o aumento da percentagem de área perfurada até um valor de 25%. A partir deste valor o comportamento acústico do painel fica controlado pelo efeito de porosidade do material absorvente [6].

A frequência de eficácia máxima para ressonadores agrupados é calculada através da equação 2.12. Esta expressão tem em conta a percentagem de área perfurada, o raio de cada perfuração, a espessura da placa perfurada e a largura da caixa de ar [6].

$$f = \frac{10 \times c}{2\pi} \sqrt{\frac{P}{(e + 1,6r) \times d}} \quad (2.12)$$

Onde apenas é válida para $f \times d < 3400$ Hz, sendo que:

- P – percentagem de área perfurada (%);
- e – espessura da placa perfurada (cm);
- r – raio de cada perfuração (cm);
- d – largura de caixa de ar (cm).

2.4.3.4. Membranas

As membranas absorvem essencialmente nas baixas frequências e são constituídas por grandes áreas de painéis finos não furados confinados com caixa de ar. Estes absorvem ondas sonoras pela vibração de toda a estrutura e através de perdas de calor por fricção nas suas fibras quando o material entra em flexão [6].

A frequência natural de vibração (f) destes sistemas pode ser determinada com recurso à equação 2.13.

$$f = \frac{c}{2\pi} \sqrt{\frac{\rho}{md}} \approx \frac{60}{\sqrt{md}} \quad (2.13)$$

Com:

- c - celeridade (m/s);
- ρ – massa volúmica do ar (kg/m^3);
- m – massa superficial (kg/m^2);
- d – largura da caixa de ar (m).

2.4.4. CURVAS DE INCOMODIDADE

A avaliação da incomodidade de um local interior, em especial de auditórios, teatros, salas de espetáculos, entre outros, é uma análise que não deve ser descorada. O ruído de fundo provocado por equipamentos pode ser avaliado através de curvas de incomodidade. Estas curvas são realizadas ao medir-se o nível de pressão sonora de pontos ruidosos das salas em análise. Para além disso, as curvas de incomodidade devem ser utilizadas para caracterizar ruídos de fundo estáveis e contínuos e não ruídos da atividade produzidos pelos ocupantes do local.

Dois exemplos de curvas de incomodidade com um grande uso na atualidade são a NC (*Noise Criterion*) e a NR (*Noise Rating*) (Figura 2.16). Ambas são determinadas de forma idêntica. O cálculo destas curvas é realizado com o “método da tangente” e cada curva é definida pelos seus níveis de pressão sonora para bandas oito de uma oitava. A grande diferença de cálculo destas duas curvas é que a NC utiliza bandas de frequência de 63 a 8 k Hz e a NR de 32 a 8 k Hz.

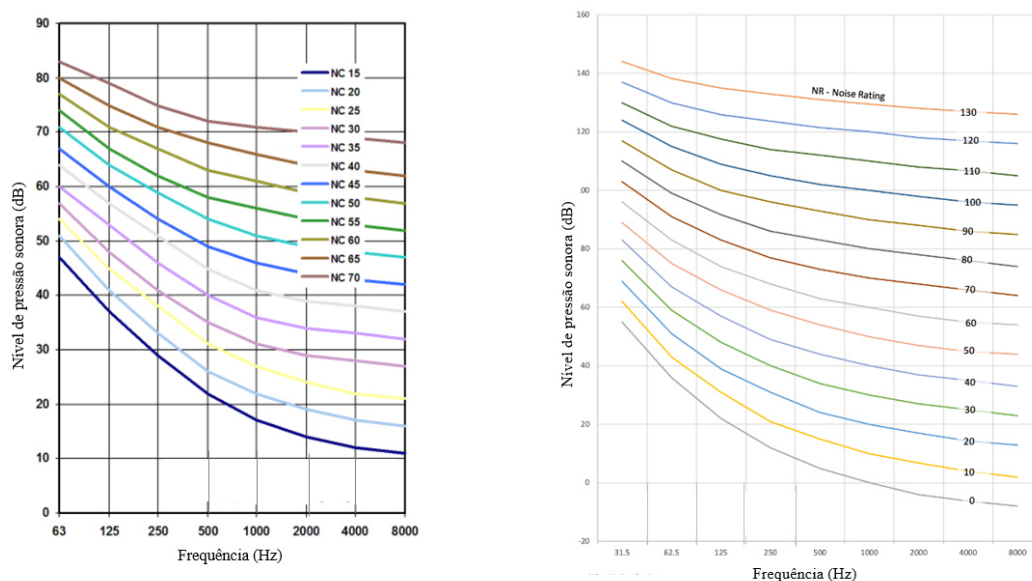


Figura 2.16 - Curvas de incomodidade: NC (esquerda) (adaptado de [24]), NR (direita) (adaptado de [25]).

No Quadro 2.2 são apresentados os valores limites máximos de NC para algumas tipologias de salas. Destes valores compreende-se que espaços como cozinhas e lavandarias apresentam valores aceitáveis muito superiores a salas destinadas a espetáculos ou gravações.

Quadro 2.2 - Intervalo de valores máximos aceitáveis de NC para algumas situações [6].

Tipos de salas	Intervalo de valores máximos aceitáveis para o NC
Salas de concerto, salas de ópera, salas de transmissão e gravação, grandes auditórios, grandes igrejas, salas de recitais	< 20
Pequenos auditórios, teatros, pratica de música, grandes salas de reuniões, salas de teleconferência, instalações audiovisuais, escritórios executivos, pequenas igrejas, tribunais, capelas	20 a 30
Quartos de dormir, hospitais, residências, apartamentos, hotéis	25 a 35
Escritórios privados ou semiprivados, salas de aula, livrarias	35 a 40
Grandes escritórios, áreas de receção, lojas comerciais, cafetarias, restaurantes, ginásios	40 a 45
Cozinhas, lavandarias, escolas, lojas industriais, salas para equipamento eletrónico	45 a 55

2.4.5. PERCEÇÃO DA PALAVRA

2.4.5.1. Inteligibilidade da Palavra

A presença de várias pessoas a falar ao mesmo tempo e o constante ruído de fundo sentido num mercado pode comprometer a inteligibilidade da palavra. É fundamental, também nestes espaços, que se garanta uma qualidade de transmissão e receção da palavra aceitável.

A variabilidade da emissão da voz pode ser analisada na frequência, intensidade, duração e direccionalidade. Analisando as palavras, estas são compostas por vogais e consoantes que apresentam um comportamento diferente nas quatro categorias que se podem analisar. A gama de frequências utilizada é muito vasta, desde a mais baixa com a vogal *u* à mais alta com a consoante *s*. Para o nível de pressão sonora, geralmente, as vogais são emitidas com um nível de pressão sonora de 21 a 28 dB mais elevado do que as consoantes. A duração apresenta um comportamento semelhante ao nível de pressão sonora, sendo que as vogais são emitidas em média durante um intervalo de tempo superior. Por fim, a direccionalidade varia em função da frequência, notando-se pouca variação na emissão das baixas frequências (vogais) quando comparada com as altas frequências (consoantes) que perdem proximamente 25 dB com a direcção da escuta [6].

O Quadro 2.3 apresenta um quadro resumo da variabilidade da emissão da voz das vogais e consoantes.

Quadro 2.3 - Variabilidade da emissão da voz das vogais e consoantes [6].

Tipo	Frequência	Intensidade	Duração	Direccionalidade
Vogais	Baixas	Elevada	≈ 90 ms	-5 dB para -180°
Consoantes	Altas	Baixa	≈ 20 ms	-20 dB para -180°

Para a medição da inteligibilidade da palavra existem duas formas de o realizar. As formas *Objetivas* e as *Subjetivas*. Estas últimas tiveram início na década de 1930 e dois exemplos deste método são o *Phonetically Balanced words* (PB) e o *Modified Rhyming Tests* (MRT). Estes baseiam-se apenas na leitura de palavras e/ou frases, a um grande número de auditores, que as escrevem como as ouvem. Assim, o grau de acerto da escrita das palavras descreve a inteligibilidade da palavra nesse local.

No que diz respeito aos testes *Objetivos*, destacam-se os seguintes:

- AC (*Articulation Class*) e AI (*Articulation Index*) – estes dois parâmetros são muito semelhantes na forma do seu cálculo. Por estes parâmetros, a avaliação da inteligibilidade da palavra baseia-se na diferença entre o nível de conversação de referência e o ruído de fundo no local, ponderando estes valores pelo peso de cada banda de frequências, dependendo da sua importância para a percepção da palavra [6].
- SIL (*Speech Interference Level*) – o SIL revelou-se um método útil para comparar a eficácia relativas das transmissões de fala em diferentes ambientes de receção [26]. este parâmetro define-se como a média aritmética dos níveis de pressão sonora dos ruídos de fundo em cada uma das bandas de oitava dos 500 aos 2k Hz [6].
- RASTI (*Rapid Speech Transmission Index*) – o RASTI é o método simplificado de cálculo do STI (*Speech Transmission Index*) que varia entre 0 e 1, sendo que representam, respetivamente, uma nula inteligibilidade e ótima inteligibilidade. A medição deste parâmetro baseia-se na redução de modulação do sinal entre as posições dos altifalantes.

O processo de medição consiste num transmissor a gerar um sinal de teste (ruído rosa nas bandas de oitava de 500 e 2k Hz) para imitar o espectro da palavra, esse sinal é captado por um recetor (microfone omnidirecional) que analisa calcula e apresenta o valor de RASTI. Estas medições são focadas na comunicação direta sem existir sistemas eletroacústicos a mascarar o som [6].

2.4.5.2. Privacidade da palavra

Em muitas zonas de comércio ou serviços, não é a inteligibilidade da palavra que interessa obter, mas o oposto, a privacidade das conversas quer entre pessoas quer telefónicas. Este ponto para o tema em estudo é bastante relevante, e a privacidade da palavra poderá variar bastante conforme o espaço em análise e/ou a afluência de pessoas. Os mercados em horas de pouca afluência conseguem ser espaços que permitem a privacidade. No entanto, o contrário também acontece, fazendo destes espaços zonas caóticas, quer pela proximidade das pessoas, pela compra e venda de produtos ou mesmo pelos pregões. A afluência de pessoas é um fator determinante para uma existência da privacidade da palavra nos mercados. No entanto, o aumento do número de pessoas aumenta também o ruído de fundo, perdendo-se a inteligibilidade da palavra. Assim, pode-se afirmar que um elevado ruído de fundo beneficia a privacidade da palavra, mas provoca fraca inteligibilidade da mesma, sendo necessário existir um equilíbrio entre elas.

O Quadro 2.4 apresenta os elementos que afetam a confidencialidade da palavra em espaços abertos ou fechados.

Quadro 2.4 - Elementos que influenciam a privacidade da palavra entre locais contíguos [6].

Elemento	Espaço fechado	Espaço aberto (open space)
Nível sonoro de emissão da palavra	X	X
Grau de privacidade desejada	X	X
Absorção sonora total do compartimento recetor	X	
Isolamento sonoro entre locais	X	
Nível sonoro do ruído de fundo	X	X
Altura da barreira (ecrã)		X
Absorção sonora do teto		X
Absorção sonora do revestimento do piso		X
Distância entre emissor e recetor		

2.5. OUTROS PARÂMETROS

2.5.1. REFLEXÕES E ECOS

O som é emitido da fonte sonora em todas as direções e é refletido quando atinge os limites espaciais do local ou obstáculos. Ao longo destas reflexões vai-se perdendo energia progressivamente até à extinção deste som [8].

O som apresenta um único caminho direto e vários caminhos refletidos. A sonoridade das ondas sonoras depende do comprimento de onda e da frequência. Quanto mais reduzida a frequência maior é o comprimento de onda, o que leva à necessidade de uma maior superfície refletora para o som ser totalmente refletido. Caso contrário, as ondas sonoras podem naturalmente “ultrapassar” os obstáculos. Quanto maior for a frequência de uma onda e consequente baixo comprimento de onda, mais facilidade este som vai apresentar para ser refletido por superfícies de menor dimensão [8].

A direção da reflexão praticamente não afeta a sua percepção, exceto quando vem da mesma direção que o som direto, podendo ser até 5 a 10 dB mais intensa do que o som direto antes deste ser detetado. Isso resulta no mascaramento do som direto pela reflexão das ondas [8].

No entanto, nem todas as reflexões são acusticamente favoráveis. O eco é um exemplo de reflexão não favorável. O eco é uma chegada atrasada de uma onda sonora que é claramente percebida de forma individualizada pelo ouvinte. Tal situação é um defeito acústico que não pode ser tolerado em nenhuma sala [6].

2.5.2. PARÂMETROS SUBJETIVOS

As condições acústicas de um espaço podem ser avaliadas por parâmetros objetivos e por parâmetros subjetivos. Estes últimos, inteiramente relacionados com a opinião intrínseca das pessoas que experienciam um estímulo sonoro.

O estudo dos parâmetros subjetivos reflete a satisfação acústica dos frequentadores de um espaço. No caso prático a ser analisado neste trabalho, é importante saber se os mercados são locais acusticamente agradáveis para quem os frequenta. Apesar disto, qualquer avaliação realizada não deve ser unicamente baseada nos ouvintes, mas sim fundamentada na apreciação de especialistas e em medições objetivas. Estes critérios subjetivos, são variáveis e dependem da apreciação de cada um, pelo que pode ser difícil a sua caracterização. Contudo, para certos casos, importa realizar estudos neste sentido para apurar a qualidade sonora do espaço e, caso se justifique, as melhorias a aplicar a fim de contribuir para o bem-estar dos ouvintes.

Com o objetivo de proporcionar especificações para a avaliação da incomodidade devido ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio acústicos, surgiu a NP 4476 [27]. Assim, seguindo esta normas, existe a possibilidade de comparar os resultados de diferentes inquéritos e obter valores estatisticamente mais revelantes, possibilitando, mais e melhor informação com qualidade relevante.

Os inquéritos socio acústicos incluem questões a serem colocadas, escalas de resposta e aspetos chave para conduzir o inquérito e para produzir o relatório dos resultados.

As questões de resposta direta têm vindo a ser consideradas como a melhor forma de conseguir relacionar as reações dos entrevistados com o ruído sentido. As questões indiretas e comparativas,

por regra, apresentam respostas menos explícitas e de menor compreensão. No entanto, as questões de resposta aberta procuram averiguar o impacto do ruído nas pessoas sem existir a necessidade de indicar a fonte do ruído já identificada. Desta forma, é possível descobrir que fontes de ruído mais incomodam os frequentadores dos espaços e obter reações mais comportamentais [27]. Mesmo assim, apesar de úteis, as questões abertas não superam as questões de resposta direta como indicador primário do impacto devido ao ruído. Para além disso, a análise de dados de respostas abertas apresenta-se como dispendiosa e podem resultar em respostas não diretamente comparáveis.

Neste tipo de inquéritos ainda podem ser formuladas mais duas tipologias de resposta: com escala verbal ou com escala numérica de avaliação. Cada uma das escalas de avaliação apresenta uma intensidade diferente. A escala verbal de avaliação é utilizada de forma a se obter uma comunicação mais clara e transparente, enquanto a escala numérica de avaliação é mais utilizada para controlar a consistência da resposta num assunto importante. Num questionário socio acústico a utilização de mais do que uma escala aumenta a confiança das medições psicométricas.

De vários critérios existentes, os que mais se destacam para o presente caso de estudo são os seguintes:

- Ruído de fundo – sons escutados no local que não são os da fonte ou dos auditores e que perturbam a audição e a comunicação;
- Intensidade do som – intensidade geral ou “volume” do som que está a ser sentido no local em análise. A intensidade sonora sentida é uma mistura da intensidade do som direto e do som reverberante;
- Eco – reflexões atrasadas do som claramente audíveis.

3

ESTADO DA ARTE

3.1 O QUE É UM MERCADO?

O setor retalhista sempre foi, é e será, pelo menos num futuro próximo, uma atividade urbana de excelência. Nas cidades europeias este setor é complexo e diversificado, o que se deve às diferenças em termos de tipo e prestadores, modelos e organizações de negócios, dimensão e formato dos pontos de venda, tipos de produtos, entre outros [28]. Aqui enquadram-se todas as atividades de revenda de bens novos ou usados, destinados ao consumo por pessoas, empresas ou instituições, através de vários formatos, entre os quais se incluem os estabelecimentos, as feiras e mercados, a venda ao domicílio ou por correspondência, a venda ambulante ou o comércio eletrónico [29].

De acordo com a *World Union of Wholesale Markets* (WUWM), os mercados retalhistas consistem em unidades comerciais que, em local aberto ou fechado, sob uma mesma unidade de gestão, representam estabelecimentos comerciais ou empreendedores retalhistas, providenciando uma oferta comercial variada de produtos alimentares e não alimentares [30]. Já a *National Association of British Market Authorities* (NABMA) apresenta definições para diferentes tipos de mercados. Segundo esta associação, os mercados dividem-se por “Mercados Generalistas”, que não são especializados em nenhum ponto, sendo aberto a todo o tipo de vendedores, os “Mercados de produção local”, que são focados em produtos locais e os “Mercados especializados”, que consistem numa mistura dos dois tipos de mercados anteriores [31].

A nível nacional, o Regime Jurídico de Acesso e Exercício de Atividades de Comércio, Serviços e Restauração (RJACSR) [32], regulamenta, entre outras atividades, a exploração dos mercados municipais, de comércio e retalho, exercido por feirantes ou por entidades privadas. Pelo RJACSR, e no Decreto-Lei n.º 10/2015 de 16 de janeiro, a definição de feira é a seguinte: evento que congrega periódica ou ocasionalmente, no mesmo recinto, vários retalhistas ou grossistas que exercem a atividade com carácter não sedentário, na sua maioria em unidades móveis ou amovíveis, excetuados os arraiais, romarias, bailes, provas desportivas e outros divertimentos públicos, os mercados municipais e os mercados abastecedores, não se incluindo as feiras dedicadas de forma exclusiva à exposição de armas. No mesmo regulamento, mercado municipal constitui um recinto fechado e coberto, explorado pela câmara municipal ou junta de freguesia, especificamente destinado à venda a retalho de produtos alimentares, organizado por lugares de venda independentes, dotado de zonas e serviços comuns e possuindo uma unidade de gestão comum.

A nível local, a Câmara Municipal do Porto considera que uma feira é uma atividade de comércio a retalho não sedentária, exercida por pessoas que vendem em recintos públicos ou privados, onde

se realizem feiras. Da mesma forma, a Câmara Municipal do Porto considera que os mercados são uma forma de atividade de comércio a retalho, em recinto fechado, ou estrutura inamovível, destinado fundamentalmente à venda de produtos alimentares e de outros produtos de consumo diário e generalizado [33].

Um dos aspetos chave para a viabilidade e sucesso de um mercado é a forma como é gerida. Os principais modelos de gestão das feiras e mercados europeus são os seguintes [1]:

- Autoridades locais/ setor público;
- Setor privado;
- Parcerias público-privadas;
- Parcerias entre o setor público;
- Associações comunitárias ou de caridade, cooperativas ou empresas com fins sociais;
- Vendedores/ comerciantes;
- Voluntariado.

Um mercado só consegue funcionar a longo prazo se for economicamente sustentável. Para isso, todas as decisões tomadas para a sua gestão têm de assegurar que os vendedores conseguem ter um negócio proveitoso e que a oferta do mercado vai ao encontro das necessidades dos consumidores. No caso da abertura de novos mercados, existem vários fatores a ter em consideração para que sejam bem-sucedidos. São exemplo desses fatores: a localização, relação entre qualidade preço dos produtos, horário, facilidades e comodidades, profissionalismo, promoção e manutenção do edifício ou do espaço público [34]. Para além disso, deve ser credível aos olhos da comunidade, ter capacidade de atrair e manter investimento e tornar o mercado um foco da área envolvente e da cidade.

3.2 CONTEXTUALIZAÇÃO DOS MERCADOS

Os mercados e as feiras apresentam-se como uma forma única de conhecer a cultura local de um país. De acordo com várias fontes, de momento não existe qualquer eleição a nível mundial de qual o melhor ou mais inovador mercado. No entanto, existem muitos mercados e feiras que valem a pena referir, quer pela sua dimensão, unicidade ou pela grande atração turística.

O *Grande Bazar*, em Istambul, é provavelmente o maior e o mais antigo mercado coberto do mundo, em funcionamento. Este mercado está em funcionamento desde 1461 e é principalmente conhecido pela joalharia, cerâmica, especiarias e tapetes. Para além disso, é frequentado por cerca de 250.000 a 400.000 pessoas diariamente e emprega quase 20.000 pessoas. Na Figura 3.1 é possível observar-se uma das ruas cobertas deste mercado, assim como uma visão aérea do mesmo [35].



Figura 3.1 - Rua coberta do Grande Bazar, Istambul (esquerda) [36] e visão aérea do mesmo (direita) [35].

O *Central Abasto*, localizado em Iztapalapa, perto da Cidade do México, é o maior mercado do mundo, no que diz respeito à venda de produtos alimentares e ao ar livre. Este mercado apresenta uma extensão territorial de 3,27 milhões de m², dos quais 2,43 milhões de m² são ao ar livre. Apresenta também mais de 2000 lojas que vendem principalmente, frutas, legumes carne e alguns alimentos processados. O *Central Abasto* comercializa mais de 30.000 toneladas de produtos alimentares diariamente, valor esse que representa cerca de 80% do consumo alimentar dos 20 milhões de habitantes da área metropolitana da Cidade do México. Na Figura 3.2 apresentam-se duas imagens deste mercado para uma melhor compreensão do espaço [37].



Figura 3.2 - Mercado Central Abasto, Cidade do México: pequena secção do mercado (esquerda) [38] e visão aérea do espaço (direita) [37].

Em Portugal, foi realizado um estudo, em 2015, que propôs a caracterização de todos os mercados municipais de Portugal continental. Este trabalho conseguiu a adesão de resposta de grande parte das câmaras municipais, sendo que se encontra bastante completo. Assim, em Portugal continental existem 350 mercados municipais e mais 659 mercados ou feiras. Destes mercados apenas cerca de 20% foi contruído ou renovado na década de 1990. Em contrapartida, cerca de 30% dos mercados foram construídos anteriormente a 1971, o que permite concluir um estado de razoável antiguidade a uma grande parte dos mercados. O número médio de mercados municipais por cem mil habitantes ronda os 4,5 (Figura 3.3) sendo que Portalegre destaca-se pela grande quantidade de mercados por cem mil habitantes e o Porto, Aveiro e Braga destacam-se pela razão contrária [39].

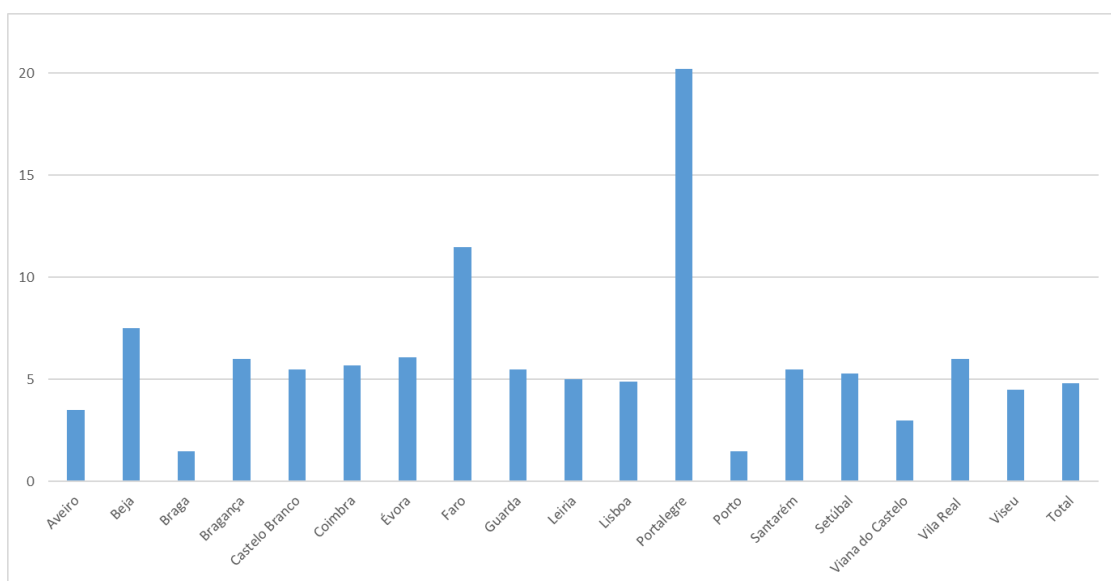


Figura 3.3 - Número médio de mercados por cem mil habitantes em Portugal continental (adaptado de[1]).

Quanto à dimensão física dos mercados constata-se que aproximadamente metade dos mercados municipais apresentam áreas comerciais inferiores a 500 m² e apenas 3% destes apresenta uma área superior a 10.000 m² (Figura 3.4) [39].

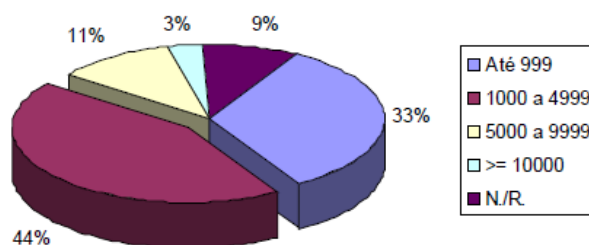


Figura 3.4 - Área total (m²) dos mercados municipais de Portugal continental [39].

Os espaços de venda são na sua maioria representados por bancas, seguindo-se por terrados e lojas. Tal como a dimensão física dos mercados, a quantidade de espaços de venda também é diminuta, sendo que metade dos mercados apresentam menos de vinte bancas. Ao nível da estrutura funcional destes espaços de venda, observa-se que o comércio de hortofrutícolas absorve 48% destes, seguindo-se a venda de “outros produtos” como tecidos e calçado e por fim, pescado fresco e congelado. Para além disto, este estudo confirma que os mercados funcionam como um polo dinamizador da sociedade, principalmente em pequenas cidades e vilas [39].

Para além disto e em termos de um possível diagnóstico da situação atual dos mercados, não é possível realizá-lo corretamente sem uma análise mais abrangente. Ou seja, o que se passa ao nível das áreas centrais das cidades, com uma evidente perda de poder de atratividade e, por outro lado, da vertente sociodemográfica. A perda da atratividade das áreas centrais das cidades fica a dever-se principalmente a fenómenos de desertificação, à degradação dos espaços, ao surgimento de novos espaços como supermercados e centros comerciais, ao clima de insegurança, dificuldade de acesso, entre outros [29].

3.3 HISTÓRIA DOS MERCADOS

A história dos mercados entrelaça-se com a história da Humanidade. Desde as primeiras civilizações que a necessidade de troca e comércio impulsionou a criação de espaços físicos onde as pessoas se podiam reunir para comprar, vender e trocar os mais variados produtos.

Os registos mais antigos destes eventos remontam, no Médio Oriente, a 500 anos a.C., mais precisamente na cidade-estado de Tiro, na Fenícia (Figura 3.5). Existem registos de feiras nas antigas civilizações grega, fenícia, romana e árabe [40].

Na Europa, os mercados e as feiras começaram devido a festividades religiosas. Durante esses dias festivos, os produtores aproveitavam para trazer os produtos das suas aldeias e trocar com os seus vizinhos. A influência da religião pode ser observada até na etimologia da palavra *feira*, que deriva do latim "*feria*". Em português significa *feriado* ou *dia santo*, ou seja, um dia em que não se trabalhava, facilitando assim o comércio [41]. Com as cruzadas e a consequente reabertura do

Mar Mediterrâneo, o Oriente voltou a conectar-se com a Europa. Isso possibilitou o renascimento do comércio e o reaparecimento das feiras em toda a Europa, a partir do século XI [41].



Figura 3.5 - À esquerda, primeiro povo a fazer feiras (fenícios) [42] . À direita um mercado na Roma antiga [43].

Entre os séculos XI e XIV, estas feiras ocorriam dentro dos burgos e estavam diretamente ligadas ao surgimento das cidades e de uma nova classe social, a burguesia. Devido às especiarias provenientes do Oriente, as feiras cresceram de tal forma que alcançaram uma dimensão internacional, dando origem também ao ressurgimento da moeda. Com o decorrer do tempo, especialmente com a modernização e o surgimento da indústria a partir do século XVIII, as feiras especializaram-se e surgiram feiras temáticas, incluindo as feiras industriais, profissionais, de arte, de livros, entre outras [44].

No caso específico dos mercados públicos, a sua construção generalizou-se sobretudo a partir do século XIX, quando novos materiais e tecnologias de construção se tornaram mais acessíveis. Desde meados do século XX, com as melhorias tecnológicas ao nível de conservação dos alimentos, com a produção massificada e diversificada de bens, com o maior controlo da qualidade dos produtos e maior facilidade e rapidez da deslocação de mercadorias, os mercados perderam o seu papel em prol de outros formatos comerciais, como os supermercados. Face a esta realidade muitos mercados deixaram de existir, mas outros conseguiram sobreviver no tempo [44].

Na cidade do Porto, o comércio está na sua origem, sendo um aspeto fulcral na compreensão do seu desenvolvimento. As feiras e mercados têm uma longa história no Porto, dinamizando e acompanhando o crescimento económico da cidade.

- Desde o início do século XV que existem registos da realização de feiras e mercados na cidade do Porto. Estes desempenhavam um papel muito importante no abastecimento diário das populações, numa época que o problema da conservação dos alimentos ainda não tinha sido ultrapassado. Para além disso, foram um fator de desenvolvimento económico e de afirmação do Porto à escala regional [45];
- A partir do século XVII iniciou-se um aumento desta forma de vender e adquirir produtos. Começaram a ocorrer feiras com periodicidades diversas (anuais, bianuais, mensais, semanais e diárias). Representavam não só um evento mercantil para vendedores e consumidores, como um hábito social. Em termos económicos, contribuíram para reforçar o papel da cidade enquanto polo central de trocas comerciais;
- O século XVIII ficou marcado pelo crescimento económico, urbanístico e arquitetónico da cidade do Porto [45];

- Ao longo do século XIX verificou-se um aumento significativo do número de feiras devido ao crescimento populacional. No mesmo período foram aplicadas novas regulamentações, nomeadamente relativas à venda ambulante, tendo-se criado espaços cobertos próprios para o efeito comercial. Estes espaços, os mercados, funcionavam nos dias úteis da semana. Entre eles contavam-se o Mercado do Anjo (1839), Mercado do Bolhão (1841), Mercado do Peixe (1874), Mercado do Campo 24 de Agosto (1880), entre outros [46];
- O século XX destaca-se pelo desaparecimento de muitas feiras e pelo encerramento de mercados. Sobrevive a este fenómeno o Mercado do Bolhão e são criados o Mercado do Bom Sucesso e da Foz. A partir da década de 1960 são criados mercados de levante de pequena dimensão por toda a cidade, sobrevivendo algumas feiras tradicionais. Na década de 1990, inicia-se, de novo, uma valorização das feiras e mercados. Nesta altura é reconhecida a importância destes espaços para a revitalização das cidades, sobretudo os centros urbanos [46].

Atualmente, a cidade do Porto apresenta 24 feiras e mercados a operar no setor retalhista. A sua localização está concentrada, principalmente, na parte central da cidade como se pode observar na Figura 3.6 [1].

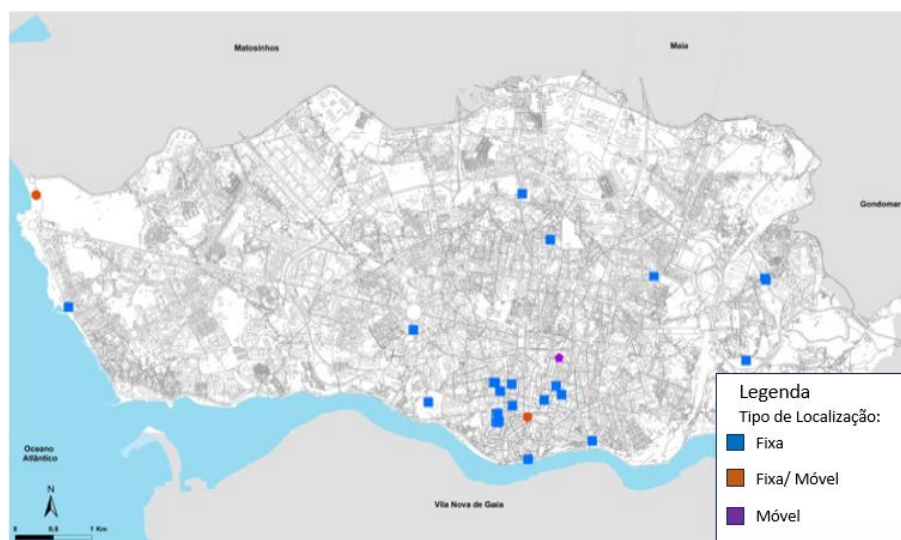


Figura 3.6 - Feiras e Mercados do Porto por tipo de localização em 2015 [1].

3.4 ACÚSTICA DE MERCADOS

Os mercados e as feiras não são apenas espaços comerciais, mas também de lazer e entretenimento que acabam por atrair um grande número de visitantes devido à conveniência de conseguir encontrar uma grande variedade de produtos. No entanto, fazer compras nestes locais pode ser uma das experiências quotidianas mais ruidosas.

De um ponto de vista acústico, as principais fontes de ruído de um mercado ou feira advêm de ruídos provenientes de conversas e telemóveis, ruídos de pregões devido à elevada competição de vendas, ruído de tráfego rodoviário, no caso do mercado ou feira ser ao ar livre, ruído proveniente de animais, música ambiente, ruído de obras e ruído proveniente de pequenas maquinarias de trabalho ou de reposição. Neste sentido, estes espaços apresentam problemáticas de elevado ruído de fundo, sensação de desconforto acústico, reduzida inteligibilidade da palavra em zonas fechadas, de espaço reverberante.

Os mercados e feiras tanto se realizam em espaços completamente ao ar livre como ocupam edifícios, como é o caso de muitos mercados municipais da zona do Grande Porto. No primeiro caso, a problemática acústica pode ser vista de duas formas distintas. A feira sendo ao ar livre e de levante pode perturbar o normal funcionamento da zona que ocupa, sendo uma fonte de ruído grande para o espaço envolvente. O contrário também pode ser uma problemática, no caso de a zona envolvente da feira ser um espaço com bastante ruído, que pode ter origem em diversas fontes, como obras e tráfego rodoviário, perturbando assim o funcionamento da feira. No segundo caso, sendo um mercado ou uma feira num edifício, o volume, forma e tipo das superfícies vão afetar o tempo de reverberação e as reflexões existentes, podendo afetar também o conforto acústico. O seu grande volume implica um longo tempo de reverberação e um aumento da absorção sonora do ar, especialmente nas altas frequências. A geometria do espaço relaciona-se com a reflexão e a difusão sonora, essenciais para a definição e transmissão do som para o local pretendido [8].

Em mercados municipais, sem serem ao ar livre, é normal existirem estas diferentes superfícies:

- Planas – cria reflexão quando as ondas sonoras encontram a superfície envolvente, difundindo a energia com um ângulo igual ao de incidência;
- Planas paralelas – pode-se produzir um eco repetido, refletindo consecutivamente o som original [6];
- Côncavas – focam e concentram o som refletido num ponto e são prejudiciais quando se pretende difundir o sinal sonoro;
- Convexas – difundem as ondas sonoras em todas as direções.

As reflexões permitem revelar informações sobre as dimensões do espaço, a sua composição e forma, o que auxilia na definição da acústica característica desse local. No entanto, existem reflexões indesejadas, como os ecos, que representam um potencial problema em espaços com tetos de altura considerável, estando intimamente relacionadas com a reverberação excessiva que se forma no local [47].

Os materiais de revestimento que compõem a estrutura destes espaços também têm um impacto significativo na absorção sonora e reflexão das ondas sonoras. O coeficiente de absorção sonora desses materiais varia conforme as suas propriedades, o que destaca a importância de uma especificação adequada, uma vez que influenciam o desempenho acústico do ambiente sonoro dos mercados, especialmente na qualidade da palavra e tentativas de venda a clientes. Como visto no capítulo anterior, a reverberação de um espaço depende da absorção ou da refletividade das superfícies, pois se estas forem muito refletoras (pouco absorventes) o tempo de reverberação irá ser mais elevado. Este fenómeno pode ser positivo ou negativo dependendo da finalidade do espaço, uma vez que o som refletido atua em duas vertentes: aumenta o nível de pressão sonora complementando o som direto mas mascara igualmente este último [6]. Para estes casos, pretende-se uma comunicação perceptível, logo procura-se tempos de reverberação reduzidos, uma vez que o seu aumento diminui a inteligibilidade da palavra.

Resumidamente, a capacidade de absorção e reflexão sonora de um material permite evitar ou difundir a propagação do som ao longo dos mercados. A inteligibilidade da palavra é afetada e pode ficar pouco ou nada perceptível caso existam elevados níveis de ruído de fundo ou tempos de reverberação longos. Assim, a escolha adequada dos materiais em projeto é importante para a criação de um espaço confortável, sustentável e com qualidade acústica. No Quadro 3.1 encontra-se sintetizada a influência das características dos espaços nos parâmetros acústicos.

Quadro 3.1 - Características dos espaços comerciais e a influência das mesmas em parâmetros acústicos (adaptado de [4]).

Característica do espaço	Relacionada com	Afeta a
Volume elevado	Tempo de Reverberação	Inteligibilidade da Palavra
Superfícies pouco absorventes	Tempo de Reverberação	Inteligibilidade e Ruído de Fundo
Nível sonoro	Ruído de Fundo	Inteligibilidade e Privacidade
Elevada ocupação do espaço	Ruído de Fundo	Inteligibilidade e Privacidade

Nos mercados e feiras o ruído de fundo é causado por diversas fontes sonoras, como já mencionado anteriormente. Deseja-se que o ruído de fundo apresente um nível sonoro o mais reduzido possível, pois como naturalmente se percebe, elevados valores de ruído de fundo afetam significativamente a inteligibilidade da palavra. Por esta razão é necessário que este parâmetro seja medido e analisado, pois trata-se de um requisito acústico importante para as pessoas permanecerem tranquilamente nestes espaços.

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), de modo geral, o nível sonoro de uma conversa em tom normal, com uma distância de 1 metro entre os intervenientes, situa-se entre os 50 e 55 dB(A). Se houver elevação da voz (gritos), pode chegar-se a valores entre 75 e 80 dB(A). Neste contexto, para que a palavra seja completamente perceptível, é fundamental que sua intensidade seja pelo menos 15 dB(A) superior ao ruído de fundo. Assim, ruídos de fundo a partir de 35 ou 40 dB(A) começam a implicar a elevação do nível de tom de voz. Para ruídos de fundo acima de 65 dB(A) a inteligibilidade torna-se quase nula.

Na falta de limites concretos para o ruído em regime de ocupação nos mercados e nas feiras pelo Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios (RRAR), toma-se como padrão ideal os 50 dB(A) citado em [13], valor utilizado num estudo semelhante de espaços de comércio [4] e limite confortável dado pela OMS. No entanto, caso os mercados e feiras estejam densamente movimentados é extremamente expectável que se obtenham valores muito superiores, sendo que se o valor de 65 dB(A) for ultrapassado significa que a comunicação verbal nesse espaço se vai tornar difícil.

3.5 CASOS DA ARTE

Nesta parte da dissertação serão descritos trabalhos idênticos já realizados. Devido à falta de trabalhos de caracterização acústica sobre mercados e feiras já realizados, foi necessário abranger a pesquisa, incluindo, a caracterização acústica de jardins e parques ao ar livre. Estes espaços são abertos, em tudo, semelhantes aos espaços onde acontecem as feiras. Para além disso, os métodos de avaliação dos parâmetros acústicos utilizados foram semelhantes aos utilizados neste trabalho.

Assim, nesta parte do trabalho são analisados estudos realizados em: Bazar Tabriz, Irão, Jardins e Parques do Grande Porto, Jardins e Parques de Paraná, Brasil e Centros Comerciais do Grande Porto.

3.5.1. BAZAR TABRIZ

O *Bazar Tabriz*, foi o local analisado e fica localizado no Irão. A Figura 3.6 permite uma melhor compreensão do espaço onde este comércio acontece.

Este caso de estudo analisou o comportamento acústico de um tipo específico de comércio semelhante ao realizado num mercado ou numa feira, no entanto, este tipo de comércio acontece em estruturas um pouco diferentes das observadas em Portugal.



Figura 3.7– *Bazar de Tabriz*, Irão [48].

Este estudo realizou duas tipologias de avaliação acústicas distintas. A avaliação objetiva baseou-se na determinação do ruído de fundo, medindo o nível de pressão sonora e o tempo de reverberação. Os aparelhos utilizados para estas determinações foram o equipamento Brüel & Kjær 2260 e a câmara acústica ACAM100. A segunda avaliação realizada foi subjetiva que se baseou num inquérito socio acústico que 165 pessoas que frequentam o local responderam. O questionário avaliou a intensidade do som, o conforto sonoro, as preferências sonoras e os descritores da paisagem sonora através da Escala de Likert e permitiu entender a opinião das pessoas sobre a acústica no *Bazar* [49].

Os resultados demonstraram que independentemente da zona do *Bazar* o comportamento acústico foi sempre semelhante, uma vez que a forma e os materiais do local também eram praticamente os mesmos [49].

A comparação dos resultados das avaliações objetivas e subjetivas verificou que nem sempre um baixo ou mais baixo valor de tempo de reverberação e de ruído de fundo correspondia a um melhor conforto acústico sentido pelos frequentadores do *Bazar*. Isto acontece devido às variações do nível de pressão sonora que podem ter um efeito negativo na tranquilidade sonora, num espaço silencioso. A perceção subjetiva do conforto sonoro depende de diversos fatores e não apenas do nível de pressão sonora. Na verdade, os valores do ruído de fundo e do tempo de reverberação, que indicam o comportamento acústico do espaço, não devem servir como uma única base para a avaliação da qualidade sonora de um espaço, embora estes valores influenciem a perceção sonora das pessoas. As características do espaço, como a iluminação, congestionamento e o apelo à compra dos produtos, foram determinadas como tendo um efeito direto na favorabilidade do conforto sonoro [49].

3.5.2. JARDINS URBANOS DO PORTO

Em 1990 foi realizado um estudo sobre a análise acústica à envolvente interior e exterior dos seis maiores jardins da zona urbana da cidade do Porto: Praça da República, Praça do Marquês de Pombal, Praça Mouzinho de Albuquerque, Jardim de João Chagas e Serralves. Estes espaços foram também classificados quanto à sua capacidade de conseguirem diminuir o nível sonoro relativamente ao meio envolvente onde se inserem [50].

As medições foram realizadas a um horário compreendido entre as 15h e as 18h de forma a evitar o trânsito rodoviário das horas de muito movimento. Os parâmetros analisados foram o L_{10} , L_{50} e L_{90} , e foi possível chegar à conclusão que existiu sempre uma redução significativa do nível sonoro do seu interior face à envolvente exterior que rodeia os jardins [50].

Através deste estudo concluiu-se que apenas o Jardim da Casa de Serralves apresentou um nível de conforto acústico minimamente aceitável, apresentando uma redução de 20 dB(A) do exterior para o interior do mesmo. Por outro lado, o Jardim de São Lázaro apresentou os níveis mais elevados, com uma redução apenas de 7 dB(A) face ao exterior [50].

Este estudo também apresentou uma proposta de critério de classificação acústica dos jardins, sendo a inteligibilidade da palavra o critério utilizado. Assim, considera-se *aceitável* ou *boa* se o ruído de fundo for inferior a, respetivamente, 5 ou 10 dB(A) ao nível normal da voz, sendo que se for pretendido algum recolhimento ou privacidade admite-se o valor de 15 dB(A).

Tendo em conta que o nível médio da palavra no exterior, a uma distância de 1 metro é de 55 dB(A) a 60 dB(A) foi formulado um quadro (Quadro 3.2) que permite fornecer uma ideia do desempenho desse jardim como espaço de recolhimento acústico face ao ambiente sonoro envolvente [50].

Através do Quadro 3.3 foi formulada uma proposta de classificação de jardins como zonas de recolhimento “acústico” face ao meio urbano exterior.

Quadro 3.2 - Valores de L_{50} para obtenção de diferença face à inteligibilidade da palavra [50].

Nível de voz (dB(A))	Diferença face ao ruído de fundo		
	Suficiente	Bom	Excelente
	$\Delta = 5$ dB(A)	$\Delta = 10$ dB(A)	$\Delta = 15$ dB(A)
55	50	45	40
60	55	50	45

Quadro 3.3 – Proposta de classificação “acústica” dos jardins [50].

L_{A50} (interior) dB	Classificação como “jardim acústico”
≤ 40	Ótimo
41- 45	Muito bom
46– 50	Aceitável
51- 55	Mau
>55	Péssimo

Por fim, por análise dos valores obtidos no parâmetro L_{50} foi obtida a classificação dos jardins em estudo, tendo em consideração o critério proposto (Quadro 3.4).

Quadro 3.4 - Classificação dos jardins do Porto analisados em 1990 face ao critério proposto [50].

Jardins	“Classificação como jardim acústico” em 1990
Praça da República	Péssimo
Praça do Marquês de Pombal	Péssimo
Praça de Mouzinho de Albuquerque	Péssimo
Jardim de João Chagas	Mau
Jardim de São Lázaro	Péssimo
Jardim de Serralves	Ótimo

Anos depois, em 2011 foi realizado um trabalho onde a paisagem sonora dos jardins da cidade do Porto voltou a ser analisada [51]. Para além dos seis jardins e parques já analisados no trabalho anterior, adicionaram-se à análise o Parque São Roque, o Parque Ocidental da Cidade, a Praça Mouzinho Albuquerque (Rotunda da Boavista) e a Praça Velásquez [51].

Este estudo apresentou três principais objetivos: a caracterização e a análise dos níveis sonoros dos jardins e parques urbanos mais significativos da cidade do Porto, a realização de uma comparação dos resultados obtidos com os resultados das medições efetuadas em 1990 e a proposta de criação de uma classificação “acústica” de jardins e parques urbanos quanto à sua capacidade de “isolamento” do ruído urbano envolvente e à capacidade de fornecer bem-estar e tranquilidade aos seus visitantes [51].

Para ser possível a comparação dos resultados e analisar a evolução sonora ao longo dos 21 anos dos jardins urbanos, foram medidos os mesmos parâmetros acústicos (L_{Aeq} , L_{A10} , L_{A50} e L_{A90}). Foi analisada também a variação do nível sonoro dos vários parâmetros medidos no interior do jardim com os mesmos parâmetros, mas medidos na parte exterior dos jardins. As medições *in situ* realizaram-se com o uso de um sonómetro Brüel & Kjær 2236 [51].

O inquérito sócio acústico realizado consistiu num questionário de dez perguntas utilizado para entrevistar visitantes dos locais analisados. As questões utilizadas podem-se dividir em três grupos e foram as seguintes:

- Grupo 1 – Identificação do indivíduo: faixa etária e género;
- Grupo 2 – Perceção da qualidade da paisagem sonora e ambiental:
 - Questão 1: *Os sons que ouço hoje no jardim/parque são esperados?*
 - Questão 2: *Gosto desses sons que ouço?*
 - Questão 3: *O volume desses sons incomoda-me?*
 - Questão 4: *Considero este jardim/parque agradável?*
 - Questão 5: *Considero este jardim/parque tranquilo?*
 - Questão 6: *Identifique três sons que ouve neste jardim/parque.*
- Grupo 3 – Uso do parque, importância e avaliação final:
 - Questão 7: *O que o traz de visita ao jardim/parque?*
 - Questão 8: *Qual o aspeto do jardim/parque que acha mais importante?*
 - Questão 9: *Indique como avalia este jardim/parque.*

As perguntas foram elaboradas com base numa metodologia normalizada e testada [27, 52]. Oito das questões eram de resposta fechada utilizando uma Escala de Likert e uma das questões era de resposta aberta [51].

As medições *in situ* obedeceram a uma série de procedimentos, de forma a não existirem diferenças no procedimento das medições nos diferentes locais. Foram tidas em conta as condições meteorológicas, período horário, localização dos pontos de medição, intervalo de medição e a altura ao solo do aparelho de medida [51].

Em termos dos resultados das medições, o nível sonoro no interior dos jardins variou entre 47 e 61 dB(A). O nível sonoro equivalente no exterior dos jardins face ao interior variou entre +3 e +19 dB(A). Os jardins mais ruidosos apresentaram-se ser os de menor dimensão que estão localizados em zonas mais centrais da cidade. Os resultados do inquérito concluem que os jardins do Porto são visitados por uma população envelhecida e maioritariamente masculina. O ruído do trânsito foi identificado como um constituinte da paisagem sonora dos jardins e parques, mas apenas uma minoria se sente desagradada por esta fonte de ruído, assumindo mesmo que gostam e esperam encontrar o ruído de tráfego rodoviário [51].

Em relação à evolução do ruído nestes jardins e parques urbanos do Porto passados 21 anos, foi possível observar uma diminuição em todas as diferenças de parâmetros. Em média foi registada uma diminuição em 7 dB no ΔL_{A10} , 5 dB no ΔL_{A50} e 5 dB no ΔL_{A90} . Esta redução é um indicador significativo da evolução do ruído nestas estruturas urbanas, uma vez que a existiu uma perda de capacidade, por parte dos jardins do Porto, de reduzirem o ruído de ponta (L_{A10}), mediano (L_{A50}) e de fundo (L_{A90}), proveniente do exterior [51].

Por fim, a proposta de classificação “acústica” dos jardins urbanos realizada foi a seguinte:

$$CJ = \frac{L_{Aeq\ int} + L_{Aref}}{0,5 \times \Delta L_{A10} + 0,3 \times \Delta L_{A50} + 0,2 \times \Delta L_{A90}} \quad (3.1)$$

Sendo que:

- CJ – classificação do jardim urbano;
- $L_{Aeq\ int}$ – nível sonoro contínuo equivalente medido no interior do jardim;
- L_{Aref} – nível sonoro de ruído ao qual o discurso falado é positivamente inteligível (45dB(A));
- ΔL_{A10} - variação do ruído de ponta em relação ao interior e exterior;
- ΔL_{A50} - variação do ruído de mediano em relação ao interior e exterior;
- ΔL_{A90} - variação do ruído de fundo em relação ao interior e exterior.

Posto isto, o Quadro 3.5 apresenta a classificação do índice de classificação do jardim urbano através de uma escala subjetiva. Quanto maior o valor de CJ do jardim/parque pior será a inteligibilidade da palavra e menor a redução sonora dos ruídos exteriores aos jardins. O Quadro 3.6 apresenta a avaliação dos jardins/parques em estudo [51].

Quadro 3.5 - Classificação dos jardins urbanos proposta [51].

CJ	≤ 0,2	]0,2 – 1]	]1 – 2]	]2 – 3]	> 3
Classificação	Ótimo	Muito bom	Aceitável	Mau	Péssimo

Quadro 3.6 - Classificação "acústica" dos jardins e parques urbanos do Porto [51].

Jardins/ Parques	CJ	Classificação
Praça da República	4,3	Péssimo
Praça Marques de Pombal	3,8	Péssimo
Praça Mouzinho de Albuquerque	1,6	Aceitável
Jardim da Cordoaria	2,1	Mau
Jardim de São Lázaro	6,1	Péssimo
Jardim de Serralves	0,1	Ótimo
Parque da Cidade	0,1	Ótimo
Quinta do Covelo	0,4	Muito bom
Parque São Roque	0,8	Muito bom
Praça Velásquez	2,0	Aceitável

3.5.3. PAISAGEM SONORA DE PARQUES PÚBLICOS

O principal objetivo deste trabalho incidiu sobre a investigação do ambiente sonoro em parques públicos no Paraná, Brasil, com o recurso de um modelo de estudo da paisagem sonora que analisa não apenas o ruído, mas também todos os tipos de som de uma determinada área, assim como outros fatores ambientais [53].

Para isso, foram realizadas medições acústicas e inquéritos sócio acústicos nos parques em estudo e às pessoas que os frequentavam. Entraram neste estudo quatro parques, foram realizadas medições em 55 pontos e entrevistadas 335 pessoas. Os parques foram escolhidos devido à sua localização próxima a ruas com um elevado fluxo de veículos. Tal foi efetuado de forma a conferir se o ruído de tráfego rodoviário prejudica o conforto acústico dos visitantes dos parques. [53].

Os pontos de medição foram escolhidos com base na análise de imagens aéreas dos parques e através de uma visita técnica a estes. Todas as medições foram realizadas durante a semana e num mesmo intervalo horário de forma a não fazer com que isto possa variar os resultados. O parâmetro analisado foi o L_{Aeq} através da utilização de um sonómetro Brüel & Kjaer 2238. Deste parâmetro foram analisados o valor médio, o valor mínimo e o máximo e os resultados apresentam-se no Quadro 3.7 [53].

Quadro 3.7 - Resultados do L_{Aeq} médio, L_{Aeq} máx médio e L_{Aeq} mín médio de parques de Paraná, Brasil [53].

Jardins/ Parques	L_{Aeq} mín (dB)	L_{Aeq} médio (dB)	L_{Aeq} máx (dB)
Passeio Público	49,7	63,9	76,2
Parque Barigüi	47,6	56,0	72,2
Parque São Lourenço	55,2	55,6	68,2
Jardim Botânico	49,7	61,6	73,2

A lei municipal local delimita o valor de L_{Aeq} de 55 dB como máximo admissível em áreas verdes durante o dia. Posto isto, concluiu-se que estes parques apresentam um nível sonoro contínuo equivalente superior ou muito aproximado do limite legal [53].

Os resultados do inquérito sócio acústico indicaram uma taxa maior de menção espontânea de aspetos agradáveis da paisagem sonora do que aspetos desagradáveis. As respostas à questão sobre os aspetos mais agradáveis estavam principalmente relacionadas com a paisagem visual, especialmente a beleza da vegetação nos parques. Quando questionados sobre o nível sonoro ambiente, a opinião da maioria dos entrevistados é que seria normal e pouco cansativo, embora todos os parques tivessem apresentado médias dos níveis de pressão sonora superiores ao limite de 55 dB(A) permitido. Estes resultados serviram para perceber como as pessoas percebem a paisagem sonora dos parques e como obter uma melhor compreensão do conforto acústico interpretado. Assim, também foi possível concluir que o nível de conforto acústico de uma população não depende apenas dos níveis do som, mas inclui outros fatores no ambiente e no próprio recetor [53].

3.5.4. CENTROS COMERCIAIS DO GRANDE PORTO

Neste estudo deu-se a caracterização acústica de centros comerciais do Grande Porto. Os centros comerciais escolhidos foram o *Arrábida Shopping*, *Via Catarina*, *Norte Shopping* e *Dolce Vita Porto*, agora denominado *Alameda Shopping* [4].

Esta caracterização acústica baseou-se na análise dos resultados dos parâmetros medidos do tempo de reverberação, do nível sonoro de ruído de fundo com e sem ocupação, e do RASTI. O tempo de reverberação, RASTI e o nível sonoro de ruído de fundo sem ocupação foram medidos após o encerramento dos espaços. O ruído de fundo com ocupação foi avaliado com os centros comerciais abertos, num período de elevada densidade de ocupação nas praças de alimentação [4].

Na avaliação do nível de pressão sonora do ruído de fundo com e sem ocupação, foi utilizado um sonómetro Brüel & Kjaer modelo 2260. Para o ruído de fundo sem ocupação foram realizadas medições no piso 0 dos centros comerciais, de forma a ser usado de referência, e medições no piso 1, na praça de alimentação. Cada medição do ruído de fundo durou cerca de 3 a 4 minutos e do ruído de ocupação cerca de 5 minutos. Para cada caso, foram registados valores para uma, duas ou três posições distintas do sonómetro, dependendo dos acontecimentos vivenciados no espaço na altura do ensaio. Os resultados foram fornecidos em valores médios globais (nível de pressão sonora e nível sonoro do ruído de fundo) e em espectro sonoro para as bandas de 1/1 oitava e dos 16 aos 16k Hz [4].

Importante referir que, em regime de não ocupação, as medições não foram realizadas em silêncio total, uma vez que os serviços de segurança e de limpeza estavam presentes, provocando algum ruído para além do ruído particular intrínseco e permanente de cada espaço [4].

Por uma questão de confidencialidade os centros comerciais estão representados pela letra A, B, C e D invés dos nomes verdadeiros. O Quadro 3.8 pretende comparar diretamente os ruídos com e sem ocupação, em termos médios dos espectros dos pontos avaliados pelas curvas NC e NR. O Quadro 3.9 demonstra os níveis sonoros equivalentes médios globais avaliados nos centros comerciais estudados, quer para o ruído sem ocupação, quer para o ruído experimentado com ocupação, exibindo a variação que existe entre os regimes [4].

Quadro 3.8 - Curvas NC e NR para os centros comerciais A, B, C e D (do Porto), para o ruído de ocupação e ruído sem ocupação [4].

Centros Comerciais	Ruído de Fundo					
	Curva NC			Curva NR		
	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = [L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}]$	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = [L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}]$
A	64	45	20	65	46	20
B	67	43	23	66	45	21
C	63	47	16	64	47	17
D	62	38	24	62	39	23
$\Delta = [\text{máx.} - \text{mín.}]$	4	9	8	4	8	8

Quadro 3.9 - Valores médios globais dos níveis sonoros equivalentes para as praças de alimentação dos centros comerciais em estudo, ruído de ocupação e do ruído sem ocupação [4].

Praças de Alimentação	Valores médios globais de L_{Aeq} (dB)		
	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = [L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}]$
A	69	51	19
B	70	48	22
C	68	54	15
D	67	45	22
$\Delta = [\text{máx} - \text{mín}]$	3	9	7

Com base nestes resultados foi possível concluir que o centro comercial B, de curvas NC-67 e NR-66 e de nível sonoro contínuo equivalente de 70 dB(A), apresentou-se como o pior caso estudado. Em contrapartida, o centro comercial D, com as curvas de NC e NR de 62 dB e o nível sonoro contínuo equivalente de 67 dB(A), foi o melhor caso. Estes dois espaços apresentaram grandes diferenças de construção e de área, sendo que o centro comercial D apresenta um espaço mais amplo e o teto é perfurado e absorvente e ajuda a diminuir o ruído.

No Quadro 3.9 pode-se observar a variação do L_{Aeq} apenas de 3 dB em regime de ocupação, explicado por no dia das medições a ocupação ser elevada em todos os centros comerciais, experienciando-se alguns ruídos em comum. Em todos os casos de regime de ocupação o valor máximo ideal de 50 dB é ultrapassado em cerca de 17 a 20 dB(A), o que podia ser expectável, uma vez que os centros comerciais apresentavam-se com grande movimento [4].

4

CASOS DE ESTUDO: MERCADOS E FEIRAS DO PORTO

4.1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo caracterizam-se os mercados e feiras escolhidos como casos de estudo: Mercado Municipal de Matosinhos, Mercado Municipal de Angeiras, Mercado Municipal da Póvoa de Varzim, Mercado do Bolhão (Porto), Mercado Municipal de Vila do Conde, Feira de São Cosme (Gondomar), Feira da Senhora da Hora, Feira de Custóias e Feira de Espinho. Todos se situam no distrito do Porto (Portugal) com exceção da Feira de Espinho, que já faz parte do distrito de Aveiro, mas foi incluído no estudo devido à sua importância. A seleção destes espaços baseou-se num critério de representatividade quer em tamanho, quer pela utilização assídua por parte dos cidadãos. Define-se a localização, data de inauguração, entidade gestora e as características espaciais e geométricas mais significativas dos mercados e feiras selecionados. No Quadro 4.1 apresentam-se os espaços analisados neste trabalho, assim como a sua área e localização, sendo esta, se o comércio se realiza no interior de um edifício ou no exterior. A Figura 4.1 apresenta a localização de todos os casos de estudo.

Quadro 4.1 - Mercados e Feiras incluídos neste estudo.

	Mercados/ Feiras	Área (m²) (aprox.)	Localização
MM	Mercado Municipal de Matosinhos	5500	Interior
MA	Mercado Municipal de Angeiras, Matosinhos	915	Interior
MPV	Mercado Municipal da Póvoa de Varzim	6499	Interior
MB	Mercado do Bolhão, Porto	3200	Exterior e Interior
MVC	Mercado Municipal de Vila do Conde	4700	Exterior
FSC	Feira de São Cosme, Gondomar	8500	Exterior
FSH	Feira da Senhora da Hora	17500	Exterior
FC	Feira de Custóias, Matosinhos	19500	Exterior
FE	Feira de Espinho	28500	Exterior

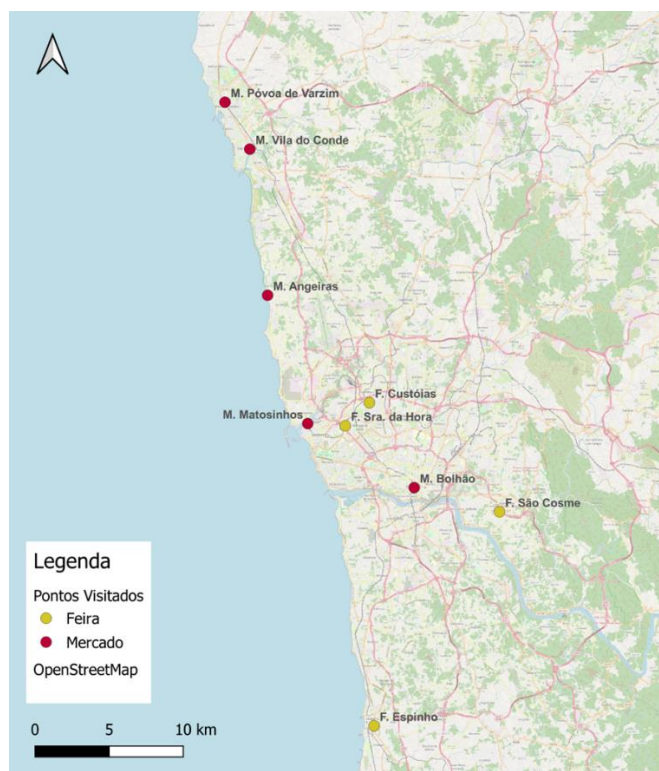


Figura 4.1 - Localização dos mercados e feiras analisados (amarelo- feiras e vermelho- mercados).

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

4.2.1. MERCADO MUNICIPAL DE MATOSINHOS

O Mercado Municipal de Matosinhos é um edifício de referência na arquitetura moderna, realizado pelos arquitetos Cunha Leão, Morais Soares e Fortunato Cabral e foi inaugurado a 27 de maio de 1952. Desde essa altura que é um ponto incontornável para a população residente, assim como para os visitantes ocasionais, sendo classificado como Imóvel de Interesse Público. Este mercado localiza-se na rua França Júnior, em Matosinhos (Figura 4.2) [54].



Figura 4.2 - Imagem aérea do Mercado Municipal de Matosinhos (adaptado de [55]).

Este mercado é gerido pela Câmara Municipal de Matosinhos e apresenta um horário de funcionamento muito abrangente:

- Segunda-feira – 7:00 às 14:00;
- Terça a sexta-feira – 6:30 às 18:00;
- Sábado – 6:30 às 16:00.

Este espaço apresenta dois pisos distintos. O piso 0 destina-se principalmente à venda de produtos frescos vindos do mar, em bancas, assim como diversos cafês, quiosques e restaurantes em formato de loja. O piso superior está principalmente preenchido por bancas de venda de produtos frescos vindos da terra, como legumes, fruta e plantas. Para além disso, o piso 1, detém lojas dedicadas às mais diversas atividades, como: pronto a vestir, sapataria, mercearia, comércio de produtos biológicos, quiosques, literatura de viagem, floristas e restauração [54]. Na Figura 4.3 é possível observar ambos os pisos do mercado.

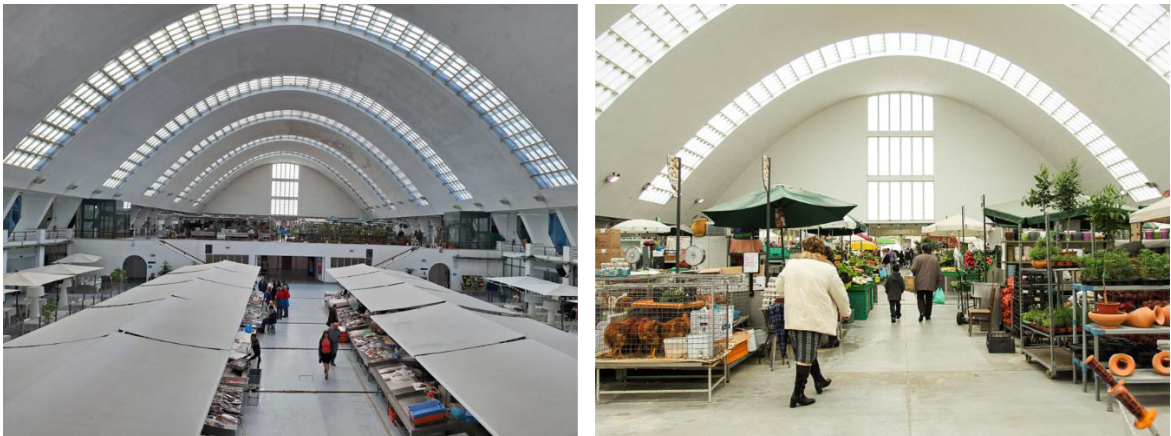


Figura 4.3 - Piso 0 (esquerda) [fotografia do autor] e piso 1 (direita) [56] do Mercado Municipal de Matosinhos.

No que diz respeito à configuração espacial do Mercado Municipal de Matosinhos, este apresenta uma área de cerca de 5500 m² e um pé direito que varia de altura devido ao seu formato côncavo, apresentando uma altura de 5,5 a 11 metros. O principal material de revestimento das paredes de ambos os pisos são os azulejos. O teto apresenta várias zonas constituídas por janelas de vidro em caixilharia metálica. Para além disso, ambos os pisos encontram-se repletos de bancas metálicas, todas as lojas têm montras de vidro e muitas delas esplanadas com cadeiras e mesas de plástico, guarda-sol e divisões de vidro. Na Figura 4.4 é possível observar várias das características dos revestimentos enumeradas, como as paredes de azulejo e as divisórias de vidro.



Figura 4.4 - Revestimentos implementados no Mercado Municipal de Matosinhos [fotografia do autor].

4.2.2. MERCADO MUNICIPAL DE ANGEIRAS

O Mercado Municipal de Angeiras (Figura 4.5) foi aberto a 2 de março de 2004 e surgiu de uma consequência natural do denominado *Portinho de Angeiras* e do Antigo Mercado, locais onde acontecia a venda de peixe fresco. Este mercado encontra-se na zona norte do concelho de Matosinhos, em Lavra, terra desde sempre conhecida pelas suas grandes tradições piscatórias [57].



Figura 4.5 - Vista aérea do Mercado Municipal de Angeiras (adaptado de [55]).

Atualmente, é constituído por oito espaços de loja e sete espaços de bancas. As bancas encontram-se todas juntas, perto da entrada principal do mercado e destinam-se à venda de peixe fresco e marisco (Figura 4.6). As lojas começam junto à entrada secundária mais afastada da entrada principal e acabam no início das bancas da zona de venda de produtos relacionados com o mar (Figura 4.6). Estas lojas destinam-se à venda dos mais variados produtos, desde fruta, hortícolas e charcutaria a congelados, vestuário e calçado.

Relativamente à configuração espacial, o mercado de Angeiras apresenta uma área aproximada de 915 m², apenas um piso de área comercial e um pé direito de cerca de 2,4 metros. Em relação aos materiais utilizados como acabamentos o piso é constituído por tijoleira, as paredes estão praticamente todas cobertas de azulejos e o teto apresenta várias caixilharias metálicas para suportar luzes e transportar cabos. As bancas são todas metálicas e as lojas, quando fechadas, são tapadas por uma cortina.



Figura 4.6 - Configuração espacial e características dos revestimentos no Mercado Municipal de Angeiras [fotografias do autor].

4.2.3. MERCADO MUNICIPAL DA PÓVOA DE VARZIM

O Mercado Municipal da Póvoa de Varzim (Figura 4.7) localiza-se na praça do Marquês de Pombal, mesmo no centro da cidade. Esta praça e mercado ao longo dos anos foram sofrendo várias alterações. O mercado foi inaugurado pela primeira vez a 31 de janeiro de 1904. Nesta altura o mercado era muito diferente daquilo que é hoje e o comércio realizava-se ao ar livre. O edifício que atualmente é casa do mercado municipal da Póvoa de Varzim começou a ser construído a 1979, sendo oficialmente inaugurado a 2 de julho de 1982 [58].

A reabilitação do edifício construído decorreu de 2016. Entre 2016 a 2019 com diversas intervenções, quer na parte exterior quer no interior do mercado [59].



Figura 4.7 - Vista aérea do mercado municipal da Póvoa de Varzim [60].

Este mercado é composto por quatro pisos, todos eles dedicados a uma ou duas categorias de produtos. O piso 1 destina-se à venda de fruta e carne e o piso 2 apenas à venda de peixe e marisco. No piso 3 acontece a venda de flores, roupa e diversos acessórios para a casa. Por fim, o piso 4 destina-se à venda de legumes (Figura 4.8).

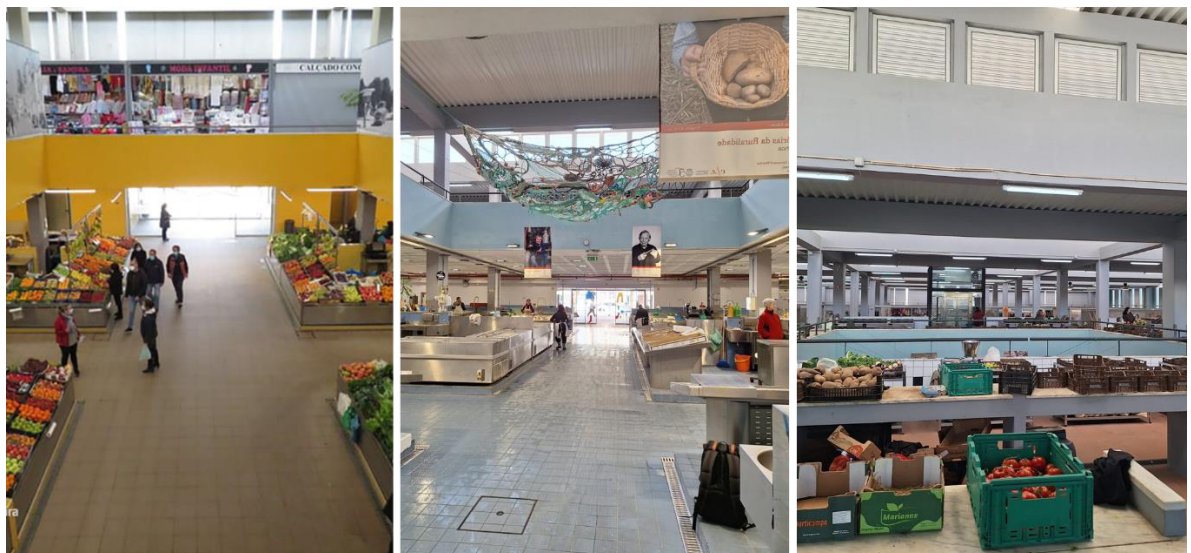


Figura 4.8 - Configuração dos diferentes pisos do mercado municipal da Póvoa de Varzim [61] e [fotografias do autor].

A Figura 4.9 é a planta do piso 1 e está disponível devido às obras de reabilitação realizadas neste piso. Esta figura permite que se obtenha uma melhor perceção do espaço no mercado. O piso 1

apresenta seis bancas no meio e catorze lojas nas extremidades, onde apenas duas estão em funcionamento na atualidade. Na figura também é possível observar o elevador que se encontra precisamente no centro do edifício.



Figura 4.9 - Planta do Piso 1 do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [59].

Relativamente às características espaciais e revestimentos das superfícies, o mercado apresenta 6499 m² divididos em quatro pisos. No piso 1 as seis bancas são de metal e o piso é de tijoleira (Figura 4.10). Neste piso as lojas, quando fechadas, estão tapadas por grades metálicas. O teto e piso do piso 2 apresentam as mesmas características do piso 1. Neste piso as bancas também são metálicas e as paredes estão, em grande parte, revestidas por azulejos. No que diz respeito ao piso 3 e 4, estes apresentam-se em tijoleira, teto de telhas onduladas metálicas e paredes sem revestimento. O piso 4 apresenta também várias bancas iguais com tampos de mármore. Para além destas características, os pisos 1 e 2 apresentam uma abertura no centro, ficando assim com uma ligação visual ao piso 3 e 4, respetivamente.



Figura 4.10 - Características espaciais do mercado municipal da Póvoa de Varzim [59].

4.2.4. MERCADO DO BOLHÃO

O Mercado do Bolhão é um dos mercados mais emblemáticos da cidade do Porto (Figura 4.11). A sua construção, a sua arquitetura neoclássica e as suas numerosas reabilitações podem ser explicadas através dos seguintes pontos [62]:

- A abertura do mercado do Bolhão aconteceu em 1839. Esta realizou-se de forma a concentrar no mesmo local todos os mercados existentes na cidade, com exceção do mercado da Ribeira e o mercado do Anjo. Nesta altura o mercado era apenas delimitado por um gradeamento de ferro.
- A construção do atual edifício, desenhado pelo arquiteto António Correia, começou em 1914.
- Em 1939 começou a construção da galeria transversal, que permite a passagem entre as galerias superiores, divide o pátio central e estabelece ligação entre as duas entradas laterais.
- Em 2018 iniciou-se a modernização do mercado, com vista a transformá-lo naquilo que é atualmente. Enquanto ocorriam as obras de restauro e renovação, o mercado passou para um espaço temporário no centro comercial *La Vie*. Em 2022 terminam as obras e o edifício voltou a ser um local de referência na cidade do Porto e agora com uma transparência, acessibilidade, funcionalidade e higiene muito diferentes.

Este mercado é principalmente vocacionado para produtos frescos, sobretudo produtos alimentares. As bancas e os vendedores estão divididos em secções especializadas: zona de peixarias, talhos, hortícolas e florais. Na parte exterior do edifício também existem lojas de outras variedades, como vestuário e cafetaria. Para além disso, apresenta dois pisos e quatro entradas principais, duas laterais que fornecem acesso a um patamar intermédio, a entrada norte, que dá acesso ao piso superior e a entrada sul que dá acesso ao piso térreo.

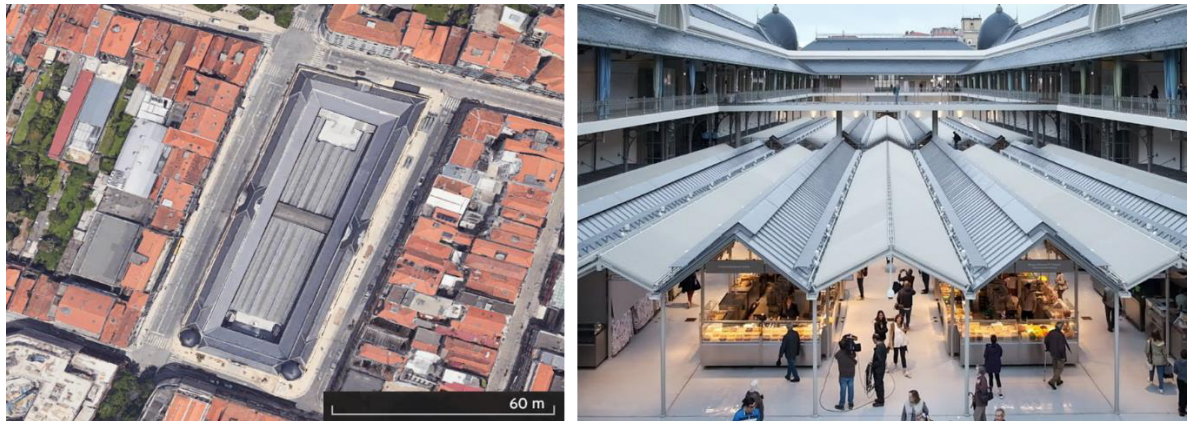


Figura 4.11 – Vista do mercado do Bolhão a partir do piso superior [63].



Figura 4.12 - Planta do mercado do Bolhão [64].

O mercado do Bolhão apresenta lojas no interior e as bancas encontram-se cobertas por uma telha ondulada (Figura 4.12). Também é possível observar que do lado oposto à escadaria principal se encontra uma pequena área de convívio e de alimentação, completamente descoberta.

Quanto à configuração espacial, o pátio central apresenta uma área aproximada de 3200 m² e encontra-se praticamente todo coberto. Esta zona é onde existe a totalidade das bancas. As lojas e o acesso aos pisos superiores encontram-se no edifício que envolve todo o pátio central. Quanto ao material das bancas, existem dois tipos. As bancas destinadas à venda de produtos frescos são apenas metálicas enquanto as outras são metálicas, mas apresentam expositores de vidro na parte superior. O piso é de argamassa de cimento e os suportes da cobertura do pátio são em metal.

4.2.5. MERCADO MUNICIPAL DE VILA DO CONDE

O Mercado Municipal de Vila do Conde é um local histórico que se encontra no centro da vila. Atualmente, o mercado propriamente dito apresenta uma dimensão muito pequena em relação aos outros mercados municipais em estudo. Na Figura 4.13 pode-se observar a vista aérea do mercado. O espaço assinalado é onde acontece a Feira de Vila do Conde, todas as sextas-feiras. O mercado municipal está em funcionamento no resto da semana, mas apenas nos edifícios que envolvem o espaço da feira [65].



Figura 4.13 - Visão aérea do Mercado Municipal de Vila do Conde (a preto: a zona de realização da feira) [60].

O Mercado Municipal apresenta uma zona destinada à venda de peixe e dois edifícios que apresentam vários tipos de lojas, desde restaurantes, barbearias, floristas e charcutarias. Já a zona da Feira de Vila do Conde tem uma área de aproximadamente 4700 m² e apresenta as típicas bancas dos vendedores ambulantes. A feira está dividida em quatro zonas relativamente à tipologia dos produtos: flores, legumes e fruta, acessórios para a casa e produtos regionais, como azeite e charcutaria. Na Figura 4.14 é possível obter uma melhor compreensão da feira de Vila do Conde, assim como a imagem da entrada da mesma.



Figura 4.14- Entrada do mercado e foto representativa do mercado e da feira, de Vila do Conde [fotografias do autor].

4.2.6. FEIRA DE SÃO COSME

A feira de São Cosme (Figura 4.15), também conhecida como feira de Gondomar, acontece todas as quartas-feiras e apresenta-se como uma típica feira do norte de Portugal. Está organizada consoante a tipologia dos produtos de venda, existindo uma zona de vestuário e tecidos, uma zona de venda de produtos frescos alimentares, uma zona de plantas e flores e uma zona de venda de mobília e outros artigos para a casa.

Apresenta uma área de cerca de 8500 m² e encontra-se junto ao pavilhão multiusos de Gondomar e à saída da autoestrada. Para além disso, à beira da entrada principal encontra-se um pequeno parque infantil e está rodeada, em dois dos lados, por habitações. A Figura 4.16 apresenta uma imagem na “rua” mais larga e uma das mais movimentadas da feira assim como uma imagem a partir do pavilhão multiusos.



Figura 4.15 - Vista aérea da Feira de São Cosme, Gondomar [60].



Figura 4.16 - Imagens representativas da feira de São Cosme, Gondomar [Fotografias do autor].

4.2.7. FEIRA DA SENHORA DA HORA

A Feira da Senhora da Hora, Matosinhos ocupa um grande parque de estacionamento aos sábados de manhã (Figura 4.17). Localiza-se junto à estação de metro do Estádio do Mar e apresenta também várias paragens de autocarro, sendo assim, um local de fácil acesso.

Esta feira apresenta uma área aproximada de 17500 m², sendo a terceira maior das analisadas. Praticamente não apresenta espaços vazios e é bastante movimentada.

Para além disso, está junto a um troço da A28 e numa zona onde os aviões passam a uma altitude consideravelmente baixa. Considerações estas bastante importantes para o conforto acústico deste espaço. A Figura 4.18 apresenta imagens representativas desta feira.



Figura 4.17 - Vista aérea da Feira da Senhora da Hora, Matosinhos [60].



Figura 4.18 - Imagens representativas da Feira da Senhora da Hora, Matosinhos [fotografias do autor].

4.2.8. FEIRA DE CUSTÓIAS

A Feira de Custóias, Matosinhos realiza-se sábado a partir do final da manhã e nota-se uma certa relação com a feira da Senhora da Hora, uma vez que muitos vendedores fazem as duas feiras nesse dia. Nota-se também que a feira de Custóias não apresenta tanto movimento e não ocupa todos os espaços de venda disponíveis, o que não acontece ou acontece muito menos, nas restantes feiras analisadas.

Esta feira inicialmente realizava-se no largo do Souto e depois foi transferida para a localização atual (Figura 4.19) junto do cemitério e da esquadra da polícia de Custóias. Apresenta uma área total de aproximadamente 19500 m², no entanto atualmente apenas metade é aproveitada para a realização da feira.

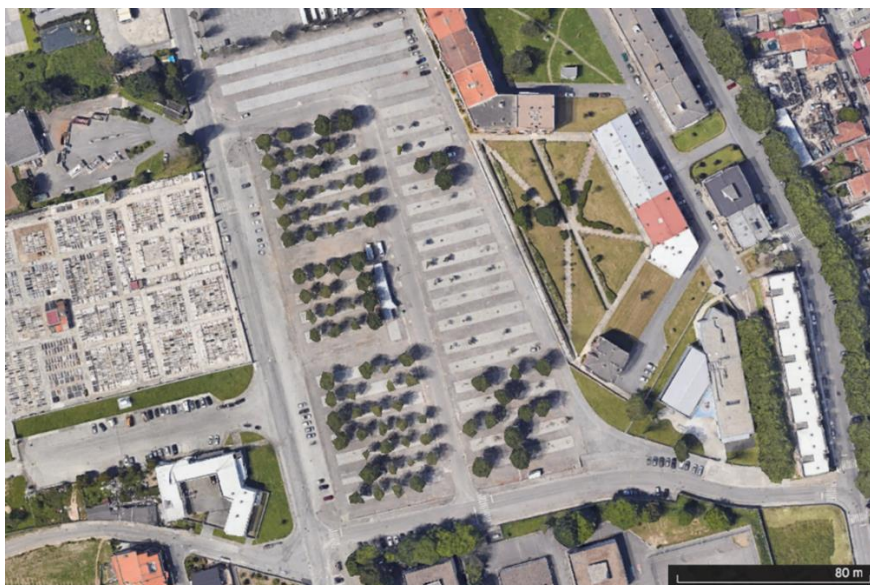


Figura 4.19 - Vista aérea da Feira de Custóias, Matosinhos [60].

4.2.9. FEIRA DE ESPINHO

A Feira de Espinho, apesar de não se encontrar no distrito do Porto, foi considerada neste trabalho por causa da sua dimensão e importância.

Esta feira realiza-se desde 1894, começando por ser quinzenal e passando ser semanal, devido ao aumento da procura, acontecendo todas as segundas-feiras. Atualmente já é considerada uma das maiores feiras semanais em Portugal. Nesta feira é possível encontrar a venda de produtos alimentares (pão, carne, peixe e hortícolas), roupa e acessórios, calçado, artigos para o lar, produtos de retosaria, flores, árvores de fruto e ferramentas agrícolas [66].

Apresenta uma área aproximada de 28500 m² ao longo de uma extensão de mais de 500 metros, como se pode observar na Figura 4.20. A feira começa no Centro Multimeios de Espinho e estende-se até pouco depois da rua 43. Encontra-se sempre à face de uma estrada com bastante movimento e numa zona de habitação.



Figura 4.20 - Vista aérea da Feira de Espinho [60].

5

AVALIAÇÃO ACÚSTICA OBJETIVA

5.1 INTRODUÇÃO

O presente capítulo descreve os resultados da caracterização acústica de mercados e feiras do grande Porto. O parâmetro analisado foi o nível de pressão sonora do ruído ambiente e foram efetuadas medições em nove espaços diferentes, caracterizados no capítulo 4.

Os resultados obtidos nos diferentes espaços são comparados entre si e também é feita uma comparação, com os resultados de um estudo que caracterizou a acústica nos centros comerciais do grande Porto, sendo assim possível ter uma noção de qual o conforto acústico nas diferentes tipologias de comércio.

As medições nos mercados foram realizadas com estes em funcionamento. Nas feiras foi possível a realização das medições com estas em funcionamento e quando estas não estavam a ocorrer, de forma a comparar os resultados e o impacto da feira estar ou não a realizar-se. Para além disso, em todos os locais foi realizada a medição do ruído ambiente à entrada do espaço em análise.

Assim, o objetivo deste estudo baseia-se na variação e na adequabilidade dos valores para o conforto acústico nos mercados e feiras e a sua comparação com os valores obtidos em centros comerciais.

5.2 RUÍDO AMBIENTE

5.2.1 METODOLOGIA

5.2.1.1. Equipamento

Para a determinação do nível sonoro de ruído ambiente (L_{Aeq}) foi utilizado um sonómetro *PeakTech 8005*, apoiado num tripé (Figura 5.1).

Os sonómetros são instrumentos de medição nível de pressão sonora no tempo, sendo compostos por um transdutor (microfone calibrado) responsável por converter as variações de pressão no ar em impulsos elétricos, um circuito integrado, filtros de ponderação e um mostrador.

O sonómetro *PeakTech 8005* utilizado dispõe de várias opções de utilização. Em termos de ponderação de tempo pode ser utilizado nos modos *fast* (8 leituras por segundo) e *slow* (1 leitura por segundo). No que diz respeito à amplitude do nível sonoro, este aparelho pode ser utilizado em quatro modos diferentes: baixo (30 a 80 dBA), médio (50 a 100 dBA), alto (80 a 130 dBA) e automático (30 a 130 dB). Para além disto, pode também apresentar os valores com o filtro A ou com o filtro C.



Figura 5.1 - Equipamento *PeakTech 8005* utilizado para a medição do ruído de fundo [fotografia do autor].

5.2.1.2. Procedimentos

Para estimar o ruído de fundo nos diferentes mercados e feiras realizaram-se medições que recorreram ao uso de um sonómetro apoiado num tripé, sendo transportado a cada mudança de ponto de medição.

Nesta análise foram realizados dois tipos de medição que mudaram consoante o tipo do espaço. Para a análise do ruído ambiente nos mercados localizados no interior de um edifício, as medições foram realizadas durante o período de funcionamento do mesmo entre as 9 e as 13 horas. No caso das feiras, que nestes casos apenas se realizam um dia por semana, as medições foram realizadas com e sem o funcionamento da mesma. Neste último caso, e para que a comparação possa ser realizada, o horário das medições foi o mesmo.

As condições meteorológicas foram tidas em consideração, não se realizando medições em dias de precipitação e de intensidade do vento superior a 5 m/s.

Os pontos de medição foram escolhidos pelo autor com base num estudo prévio do local e numa visita inicial de reconhecimento dos mercados e feiras. Em cada espaço foram realizadas pelo menos três medições em pontos diferentes, sempre com um intervalo de tempo de medição entre os 12 e 15 minutos. Foi apenas realizada uma medição em cada ponto e um dos pontos de medição foi sempre junto à entrada principal dos mercados ou feiras.

No decorrer das medições foram registados os acontecimentos sonoros que de alguma forma influenciaram os valores do ruído ambiente e realizado um registo fotográfico do local. Para cada medição foi escolhido um local onde o sonómetro não incomodasse a circulação dos visitantes e o trabalho dos comerciantes. Para além disso, foi escolhido um local pelo menos a 3,5 metros de distância de potenciais superfícies refletoras.

Em cada medição, o sonómetro foi estabilizado, posicionado no tripé e colocado a registar os valores medidos, sendo assim possível a obtenção da variação dos valores ao longo da medição e a sua passagem para o computador.

Por fim, durante as medições foi realizado um inquérito sócio acústico a visitantes e comerciantes dos mercados/feiras, de forma a perceber a opinião destes sobre o conforto acústico dos espaços analisados.

5.2.2 RESULTADOS

5.2.2.1. Introdução

Os resultados obtidos das medições acústicas efetuadas e os seus pontos de medição serão discriminados seguindo a ordem presente no Quadro 5.1. No final da apresentação dos resultados será realizada a análise em conjunto dos mercados e feiras com ocupação, seguido da comparação dos valores das feiras com e sem ocupação.

Por fim será realizada a análise dos resultados obtidos com os resultados da caracterização acústica dos centros comerciais do grande Porto.

Quadro 5.1 - Lista dos mercados (M) e feiras (F) em análise.

Código	Mercados/ Feiras
MM	Mercado Municipal de Matosinhos
MA	Mercado Municipal de Angeiras (Matosinhos)
MPV	Mercado Municipal da Póvoa de Varzim
MB	Mercado do Bolhão (Porto)
MVC	Mercado Municipal de Vila do Conde
FSC	Feira de São Cosme (Gondomar)
FSH	Feira da Senhora da Hora
FC	Feira de Custóias (Matosinhos)
FE	Feira de Espinho

5.2.2.2. Mercado Municipal de Matosinhos

Para o estudo do ruído ambiente no Mercado Municipal de Matosinhos foram realizadas três medições em pontos diferentes (Figura 5.2). As três medições foram realizadas numa altura de pouco movimento no mercado no dia 21 de março, de 2024 (quinta-feira) no intervalo de tempo das 9 às 10 horas e 30 minutos.

O primeiro ponto foi realizado no piso 1 perto de uma banca de venda de animais e uma de flores e plantas. O segundo ponto foi realizado no piso 0, piso onde apenas existem bancas de venda de peixe e lojas localizadas na extremidade do edifício. O terceiro ponto foi medido na parte exterior do mercado, junto à entrada principal. Este último ponto, localiza-se junto ao Metro e a uma rua de sentido único com pouco movimento. Para além disso, outras fontes sonoras que foram possíveis de detetar neste ponto foram a passagem e o ruído das gaivotas e a realização de obras no porto de Leixões, a menos de 50 metros de distância.

Nos dois pontos dentro do mercado as principais fontes sonoras detetadas, durante as medições, foram os animais, principalmente os galos, ruído proveniente de reposição de produtos, alguns equipamentos de trabalho e o movimento e a voz das pessoas.

O Quadro 5.2 apresenta os valores, para as três medições realizadas, do nível sonoro contínuo equivalente (L_{Aeq}) e três parâmetros estatísticos L_{A10} , L_{A50} e L_{A90} . Para além destes parâmetros, apresenta-se também o ΔL_A , que é a diferença entre os ruídos de origem em fontes com níveis sonoros mais elevados, mas de relativamente curta duração (L_{A10}) e os ruídos com origem em fontes com níveis sonoros mais baixos, mas de longa duração (L_{A90}). O L_{A10} pode ser descrito como o nível sonoro excedido em 10% do tempo e equivale ao “ruído de ponta”. Por outro lado, o L_{A90} é o nível sonoro excedido em 90% do tempo de medição e equivale ao “ruído de fundo”. Assim, o ΔL_A permite a visualização do acréscimo de ruído sobre o ruído de fundo.

Também no Quadro 5.2, a média apresentada apenas diz respeito aos pontos de medição 1 e 2 porque desta forma é possível obter o valor médio de ruído sentido no espaço em análise.

Analizando as três medições, o ponto 1 apresentou, em todos os parâmetros, os valores mais elevados. Isto deve-se muito possivelmente ao ruído proveniente da banca de venda de animais bastante próxima a este ponto. De um modo geral, pode-se também referir que o ponto 3, realizado na parte exterior do mercado, apresentou melhores valores do que os valores dos pontos realizados no interior do mercado. Nos três pontos a diferença entre o L_{A10} e o L_{A90} apresenta-se bastante significativa, principalmente para os pontos 1 e 2.

Quadro 5.2 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no Mercado de Matosinhos (MM).

Ruído Ambiente – MM (dB)					
Ponto	L_{Aeq}	L_{A10}	L_{A50}	L_{A90}	$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$
1	69,2	70,4	64,7	61,0	9,4
2	65,2	68,6	62,4	59,0	6,2
3	62,6	65,5	61,7	59,9	2,7
Média aritmética (1 e 2)	67,2	69,5	63,6	60,0	7,8

5.2.2.3. Mercado Municipal de Angeiras

No Mercado Municipal de Angeiras (Matosinhos) foi realizada a medição do ruído ambiente em três pontos diferentes (Figura 5.4). Estas medições foram realizadas no dia 21 de março, de 2024 (quinta-feira) cerca das 11 horas da manhã.

O ponto 1 localiza-se junto a uma entrada secundária do mercado e numa zona menos movimentada, mas está junto a uma loja de fruta e legumes, uma loja de roupa e acessórios, um café e uma sala de manutenção. As principais fontes sonoras detetadas foram o movimento e a voz das pessoas e uma coluna de música presa no teto. O ponto 2 encontra-se no início da zona de venda de peixe, onde existe maior movimento e ruído, muito provocado pelo movimento e a voz das pessoas.

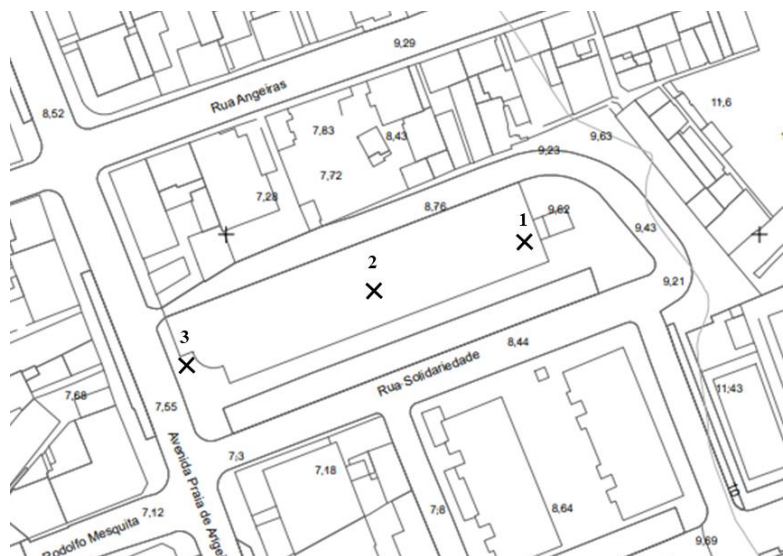


Figura 5.4- Localização dos pontos de medição no Mercado Municipal de Angeiras (adaptado de [60]).



Figura 5.5 - Ponto 1 (esquerda), do ponto 2 (centro) e do ponto 3 (esquerda) do Mercado Municipal de Angeiras [fotografias do autor]

O ponto 3 foi realizado junto à entrada principal do mercado. As fontes sonoras detetadas durante a medição foram o tráfego rodoviário e o ruído proveniente de dois cafés localizados do outro lado da estrada. Para além disso, durante parte do intervalo de tempo de medição estavam a ocorrer cargas e descargas de produtos para um dos cafés à beira.

No Quadro 5.3, apresentam-se os resultados das medições efetuadas, assim como a diferença entre o L_{A10} e o L_{A90} e a média dos valores dos pontos realizados no interior do mercado.

Através da análise destes resultados importa destacar a diferença dos valores do ponto 2 em relação aos outros dois pontos de medição. Este destacamento deve-se ao ruído, principalmente provocado pela voz e movimento das pessoas na zona de venda de peixe, onde se localizou o ponto 2. O ponto 1 apesar de se localizar numa zona pouco movimentada apresentou um valor de ruído ambiente de 67,8 dB(A). O ponto exterior (3) apresentou um nível sonoro equivalente consideravelmente inferior aos pontos efetuados no interior do mercado (1 e 2). A diferença do

L_{A10} e o L_{A90} é bastante acentuada, principalmente nos pontos 2 e 3, o que significa uma grande alteração dos ruídos sentidos.

Quadro 5.3 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no Mercado de Angeiras (MA).

Ruído Ambiente – MA (dB)					
Ponto	L_{Aeq}	L_{A10}	L_{A50}	L_{A90}	$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$
1	67,8	63,8	63,8	60,5	3,3
2	72,6	75,6	70,6	66,6	9,0
3	63,4	67,2	58,5	53,4	13,8
Média aritmética (1 e 2)	70,2	69,7	67,2	63,6	6,2

5.2.2.4. Mercado Municipal da Póvoa de Varzim

Para o estudo do ruído ambiente no Mercado Municipal da Póvoa de Varzim foram escolhidos quatro pontos, três deles no interior e o quarto no exterior da entrada principal do mercado (Figura 5.6). Estas medições foram realizadas no dia 23 de março, de 2024 (sábado) das 10 às 11 horas e 30 minutos.

Como é possível observar na Figura 5.7, o ponto 1 e o ponto 2 localizaram-se nos pisos destinados à venda de produtos frescos vindos do mar e à venda de fruta e legumes, respetivamente. Estes dois pisos encontravam-se mais movimentados que os dois restantes e as fontes sonoras detetadas foram principalmente o movimento e a voz dos vendedores e dos clientes e o elevador, que se encontra no meio destes dois pontos de medição.



Figura 5.6 - Localização dos pontos de medição no Mercado Municipal da Póvoa de Varzim (adaptado de [60]).

O ponto 3 (Figura 5.8) localiza-se no piso superior do mercado. A zona junto a este ponto dedica-se à venda de legumes e apresentava pouco movimento. O ponto 4 (Figura 5.8), o exterior, foi realizado numa zona com pouco movimento. Este ponto localiza-se perto de uma estrada de dois sentidos e de um parque improvisado de motas. Uma outra fonte de ruído detetada neste ponto foi

a voz de dois pregões que aproveitaram o espaço de fora do mercado para a venda de alguns produtos para a casa.

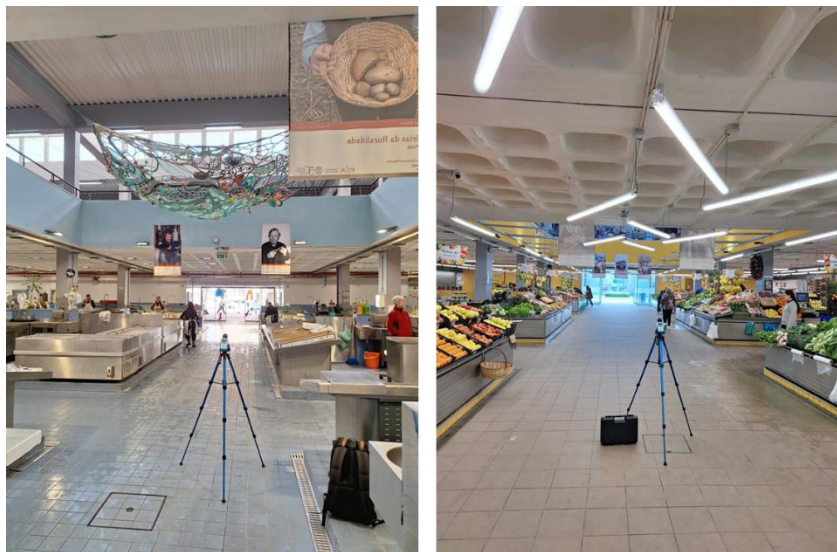


Figura 5.7 - Ponto 1 (esquerda) e 2 (direita) do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [fotografias do autor].



Figura 5.8 -Imagens do ponto 3 (esquerda) e 4 (direita) do Mercado Municipal da Póvoa de Varzim [fotografias do autor].

O Quadro 5.4 apresenta os resultados das medições efetuadas no MPV, para os parâmetros do nível sonoro equivalente e outros parâmetros estatísticos. Para este caso, os pontos 1, 2 e 3 foram realizados no interior do mercado e o ponto 4 no exterior.

Neste caso, o nível sonoro equivalente mais elevado foi de 66,0 dB(A) avaliado no ponto 1. Para todos os parâmetros, os pontos de medição 2 e 3 apresentam valores muito semelhantes e o ponto 1 os valores mais elevados. Em contrapartida, o ponto 4, apresenta sempre os valores inferiores.

Quadro 5.4 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os quatro pontos de medição no Mercado da Póvoa de Varzim (MPV).

Ruído Ambiente – MPV (dB)					
Ponto	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$
1	66,0	68,2	65,2	62,4	5,8
2	63,5	65,6	61,0	58,1	5,4
3	63,4	65,2	62,3	58,7	6,5
4	61,5	63,8	59,3	56,4	7,4
Média aritmética (1, 2 e 3)	64,3	66,3	62,8	59,7	5,9

5.2.2.5. Mercado do Bolhão

No Mercado do Bolhão foram escolhidos três pontos de medição (Figura 5.9). Dois deles no interior do edifício, no pátio central e um na entrada sul. As medições ocorreram no dia 23 de março, de 2024 (sexta-feira) da 13 às 15.

Os pontos de medição 1, 2 e 3 podem ser observados na figura 5.10. O ponto 1 e 2 localizaram-se no caminho principal de bancas do mercado. O ponto 1 encontra-se à beira de bancas de venda de chocolates e lembranças da cidade do Porto. O ponto 2 encontra-se na zona mais típica de qualquer mercado, que é a venda de produtos hortícolas. Ambos os pontos apresentaram um movimento moderado de pessoas e as principais fontes de ruído detetadas foram o movimento e a voz destas.

O ponto 3 localizou-se numa zona de elevado movimento, tanto na rua, pelo movimento de pessoas, como na estrada com bastante tráfego rodoviário.

O Quadro 5.5 apresenta os resultados do L_{Aeq}, L_{A10}, L_{A50} e L_{A90} na medição do ruído ambiente realizada em três pontos distintos no Mercado do Bolhão.



Figura 5.9 - Localização dos pontos de medição efetuados no Mercado do Bolhão [60].

A análise do Quadro 5.5 permite concluir que o ponto 3, realizado no exterior, apresentou os valores mais elevados para todos os parâmetros, menos para o L_{A90} . Tal pode ser explicado devido ao grande movimento e tráfego automóvel sentido no exterior no mercado. Os pontos realizados no interior apresentam valores semelhantes.



Figura 5.10 - Pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) [fotografias do autor].

Quadro 5.5 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no Mercado do Bolhão (MB).

Ruído Ambiente – MB (dB)					
Ponto	L_{Aeq}	L_{A10}	L_{A50}	L_{A90}	$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$
1	64,4	66,5	63,4	60,9	5,6
2	64,2	66,3	62,8	59,9	6,4
3	67,1	69,9	64,7	60,9	9,0
Média aritmética (1 e 2)	64,3	66,4	63,1	60,4	6,0

5.2.2.6. Mercado Municipal de Vila do Conde

Para o estudo do Mercado Municipal de Vila do Conde foram considerados os três pontos assinalados nas Figuras 5.11 e 5.12. As medições foram realizadas no dia 23 de março, de 2024 (sexta-feira) das 12:00 dia até às 13:30.

Nos pontos 1 e 2 foi possível verificar, como principais fontes de ruído, o tráfego automóvel e o movimento e a voz das pessoas. O ponto 1 localizou-se junto de uma zona de venda de flores e da zona de venda de hortícolas. Já o ponto 2 localizou-se na zona de venda de tecidos e variados produtos para a casa.

O ponto 3, no exterior da entrada principal para o mercado, apresentou como principais fontes sonoras o tráfego automóvel, o ruído proveniente dos restaurantes e lojas e o som de uma fonte de água.



Figura 5.11 - Localização dos pontos de medição do Mercado Municipal de Vila do Conde (adaptado de[60]).



Figura 5.12 - Pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) do Mercado Municipal de Vila do Conde [fotografias do autor].

Quadro 5.6 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente, para os três pontos de medição no Mercado de Vila do Conde (MVC).

Ruído Ambiente – MVC (dB)					
Ponto	L _{Aeq}	L _{A10}	L _{A50}	L _{A90}	$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$
1	65,8	66,6	60,9	57,3	9,3
2	58,0	60,1	55,8	53,0	7,1
3	62,8	65,5	61,1	57,5	8,0
Média aritmética (1 e 2)	61,9	63,4	58,4	55,2	8,2

5.2.2.7. Feira de São Cosme

O ruído ambiente na Feira de S. Cosme (Gondomar) foi analisado com base em três medições. As Figuras 5.13 e 5.14 apresentam a localização aproximada destas medições e imagens relativas aos pontos de medição. Estas medições ocorreram no dia 22 de março, de 2024 (quinta-feira) às 10 horas da manhã.



Figura 5.13 - Localização dos pontos de medição na Feira de S. Cosme (adaptado de [60]).

Os pontos de medição 1 e 2 foram realizados dentro da feira e o ponto 3 junto da entrada principal. O ponto 1, localizado numa zona de venda de roupa, realizou-se no caminho que pode ser considerado o principal desta feira, uma vez que apresenta a maior largura. O ponto 2 foi realizado no ponto de junção de dois caminhos, numa zona de venda de hortícolas e outros alimentos variados. Em ambos existiu um elevado movimento por parte dos visitantes e alguns pregões.

O ponto 3 localiza-se numa zona de algum tráfego automóvel e situava-se relativamente perto de uma paragem de autocarros.



Figura 5.14 - Imagens relativas aos pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) da Feira de S. Cosme [fotografias do autor].



Figura 5.15 - Imagens relativas aos pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira de S. Cosme sem ocupação [fotografias do autor].

Esta feira como apenas decorre uma vez por semana e foram realizadas medições sem o decorrer da feira, de forma a ser possível comparar os valores de espaço com e sem ocupação. As medições sem ocupação foram realizadas no dia 16 de abril, no mesmo horário das medições anteriores. Estas medições foram efetuadas nos mesmos pontos das medições com ocupação, mas apenas nos dois pontos dentro do recinto da feira. Na Figura 5.15 é possível observar estes pontos de medição.

O Quadro 5.7 apresenta os valores para os parâmetros analisados das medições neste local com e sem ocupação.

Quadro 5.7 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com/ sem ocupação, para os três pontos de medição na Feira de São Cosme (FSC).

Ruído Ambiente– FSC Com/ Sem Ocupação (dB)										
Ponto	L _{Aeq}		L _{A10}		L _{A50}		L _{A90}		$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$	
	Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem	
1	61,0	46,6	64,4	49,4	58,0	45,3	53,4	41,1	11,0	8,3
2	63,3	48,5	66,2	51,3	61,2	47,2	57,7	43,2	8,5	8,1
3	61,1	-	63,1	-	58,7	-	54,0	-	9,1	-
Média aritmética	62,2	47,6	65,3	50,4	59,6	46,3	55,6	42,2	9,8	8,2

Do Quadro 5.7 é possível determinar que o ponto 1, localizado no caminho da feira de maior largura e com algum movimento apresentou um valor de L_{Aeq} muito semelhante ao valor medido no ponto 3, localizado junto à entrada principal da feira. O ponto 2 apresentou um valor de L_{Aeq} superior a estes dois, justificado por se localizar numa zona mais ruidosa devido ao movimento e a voz das pessoas e da típica comunicação entre os clientes e os vendedores.

Para além disso, o ponto 2 apresentou um valor de nível sonoro equivalente ao do ponto 1. Em ambos os casos as fontes de ruído detetadas durante as medições foram o ruído proveniente de habitações e do tráfego automóvel na estrada junto ao recinto da feira.

De modo comparativo, pelas médias dos níveis sonoros equivalentes e dos parâmetros estatísticos dos pontos de medição (Quadro 5.8), verifica-se o aumento significativo do L_{Aeq} de ruído ambiente com ocupação em relação ao L_{Aeq} sem ocupação, contabilizado em cerca de 15 dB. Nos parâmetros estatísticos é possível verificar a mesma situação.

Quadro 5.8 -Comparação dos valores médios dos níveis sonoros equivalentes médios e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído ambiente com e sem ocupação na Feira de S. Cosme (FSC).

Ruído Ambiente – FSC (dB)			
Parâmetro	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = L_{\text{com ocupação}} - L_{\text{sem ocupação}}$
L _{Aeq}	62,2	47,6	14,6
L _{A10}	65,3	50,4	14,9
L _{A50}	59,6	46,3	13,3
L _{A90}	55,6	42,2	13,4

5.2.2.8. Feira da Senhora da Hora

Na Feira da Senhora da Hora realizaram-se duas medições de ruído de ambiente no recinto da mesma e uma junto da entrada principal. A Figura 5.16 e 5.17 apresentam a localização destes pontos. Para além disso, as medições nesta feira foram realizadas no dia 24 de março de 2024 (sábado) das 10 horas as 11:30 horas.



Figura 5.16 - Localização dos pontos de medição na Feira da Senhora da Hora (adaptado de [60]).

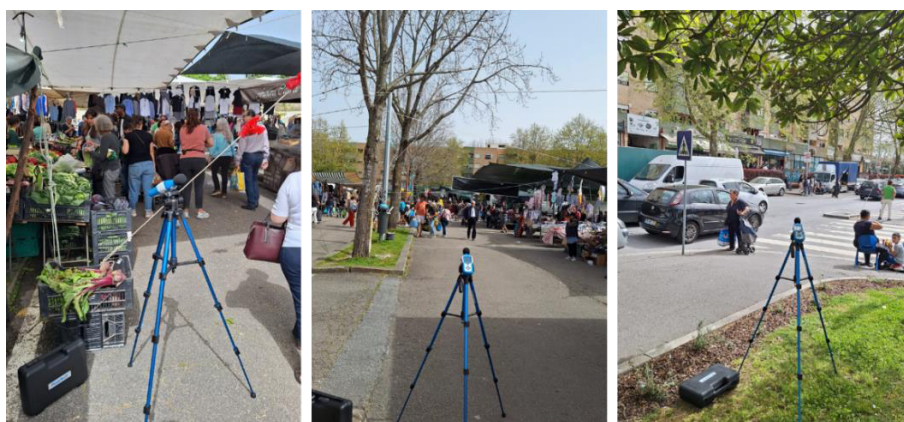


Figura 5.17 - Pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) da Feira da Senhora da Hora [fotografias do autor]

O ponto 2 situou-se no caminho principal da feira e o ponto 1 num dos muitos caminhos não muito largos que se estendem até ao principal. Em ambos existiu uma elevada movimentação de pessoas. As principais fontes sonoras detetadas foram o movimento e a voz das pessoas, vários pregões, incluindo pregões a utilizar microfones. Era também facilmente detetável algum ruído proveniente do tráfego automóvel e do tráfego aéreo.

O ponto 3, o exterior à feira, localizou-se junto a uma estrada de dois sentidos. Este ponto ficou também perto de algumas bancas de vendedores, colocadas na rua. Assim, foi detetável o ruído proveniente do tráfego rodoviário, o movimento e a voz das pessoas e de pregões.

Na Figura 5.18 apresentam-se os pontos de medição realizados na Feira da Sra. Da Hora num dia em que esta não se realizava. Os pontos foram medidos nos mesmo locais do ponto 1 e 2 das medições anteriores, realizadas durante a feira. As medições sem a ocupação foram efetuadas no dia 5 de abril no mesmo horário das anteriores.

No Quadro 5.9 apresentam-se os resultados das medições realizadas. Assim como a média dos valores das medições realizadas no interior da feira e a diferença entre o L_{A10} e o L_{A90} .



Figura 5.18 - Pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira da Sra. da Hora sem ocupação [fotografias do autor].

Quadro 5.9 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com e sem ocupação, para os três pontos de medição na Feira da Sra. da Hora (FSH).

Ruído Ambiente– FSH Com/ Sem Ocupação (dB)										
Ponto	L_{Aeq}		L_{A10}		L_{A50}		L_{A90}		$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$	
	Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem	
1	65,9	62,3	68,6	64,4	63,1	59,1	58,3	54,8	10,3	9,6
2	73,1	58,9	67,5	61,6	57,9	56,0	54,3	54,0	13,2	7,6
3	60,4	-	63,0	-	57,1	-	54,4	-	8,6	-
Média aritmética	69,5	60,6	68,1	63,0	60,5	57,6	56,3	54,4	11,8	8,6

O Quadro 5.9 apresenta os valores relativos às medições realizadas durante a feira. Pela análise dos valores de L_{Aeq} verifica-se que os pontos 1 e 2 apresentam valores mais elevados que o ponto 3, realizado junto à entrada principal da feira. Comparando agora os valores do Quadro 5.10 e 5.11 verifica-se uma diferença no L_{Aeq} no ponto 1 e 2, sendo que na medição com ocupação o ponto 2 apresenta um valor mais elevado e na medição sem ocupação apresenta-se a situação contrária.

No Quadro 5.10 apresenta-se a comparação dos valores das medições da feira da Sra. da Hora com e sem ocupação.

Através da análise do Quadro 5.10 é possível verificar que os valores para todos os parâmetros são menores quando a feira se apresenta sem ocupação, apresentando uma maior diferença no L_{Aeq} e uma menor diferença no L_{A90} .

Quadro 5.10 – Comparação dos valores médios dos níveis sonoros equivalentes e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído de ambiente com e sem ocupação na Feira da Sra. da Hora.

Ruído Ambiente – FSH (dB)			
Parâmetro	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = L_{\text{com ocupação}} - L_{\text{sem ocupação}}$
L _{Aeq}	69,5	60,6	8,9
L _{A10}	68,1	63,0	5,1
L _{A50}	60,5	57,6	2,9
L _{A90}	56,3	54,4	1,9

5.2.2.9. Feira de Custóias

Os três pontos de medição para a determinação do ruído ambiente na Feira de Custóias foram os assinalados nas Figuras 5.19 e 5.20. As medições foram efetuadas no dia 24 de março de 2024 (sábado) das 11:30 horas às 13 horas.

Os pontos 1 e 2 foram realizados relativamente perto um do outro, uma vez que a feira se encontrava pouco movimentada e com um número baixo de vendedores e bancas. Daí o espaço total que poderia ser aproveitado para a feira não estava todo a ser aproveitado.

O ponto 1 realizou-se ao lado de duas bancas de venda de hortícolas e uma de frutos secos. O ponto 2 foi também efetuado numa zona de venda de hortícolas, mas tinha também um pequeno restaurante. Os ruídos detetados nestes dois pontos foram o movimento e a voz das pessoas, o ruído de reposição de alimentos e de desmontagem de uma banca de venda.

O ponto 3 realizou-se junto de uma estrada de dois sentidos numa das entradas para a feira. As principais fontes de ruído detetadas foram o tráfego rodoviário e a arrumação de produtos de vestuário.



Figura 5.19 - Localização dos pontos de medição na Feira de Custóias (adaptado de [60]).



Figura 5.20- Imagens relativas aos pontos de medição 1 (esquerda), 2 (centro) e 3 (direita) da Feira de Custóias [fotografias do autor].

No dia 11 de abril, no mesmo horário das medições com ocupação, foram realizadas as medições do recinto da feira de Custóias sem ocupação. Na Figura 5.21 observam-se as imagens dos pontos de medição.

No Quadro 5.11 apresenta-se os resultados das medições realizadas com e sem ocupação da feira de Custóias.



Figura 5.21 - Pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira de Custóias sem ocupação [fotografias do autor].

Quadro 5.11 -Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com e sem ocupação, para os três pontos de medição na Feira de Custóias (FC).

Ruído Ambiente– FC Com/ Sem Ocupação (dB)										
Ponto	L _{Aeq}		L _{A10}		L _{A50}		L _{A90}		$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$	
	Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem	
1	61,2	53,7	63,6	57,9	59,5	51,2	56,2	44,2	5,0	9,5
2	59,7	51,7	62,4	54,9	57,3	50,3	54,2	44,6	5,5	7,1
3	62,5	-	66,9	-	56,7	-	48,1	-	14,4	-
Média aritmética	60,5	52,7	63,0	56,4	58,4	50,8	55,2	44,4	5,3	8,3

No Quadro 5.11, na parte relativa às medições com ocupação pode-se verificar que o ponto 3 apresentou um valor de L_{Aeq} superior aos pontos 1 e 2 medidos no interior da feira. Esta situação não se verificou nos casos anteriores, uma vez que o ruído proveniente da realização da feira ou o ruído do interior de um mercado costuma fazer com que o L_{Aeq} dentro destes espaços seja superior à medição realizada no exterior.

Com a análise do Quadro 5.12 verifica-se que com a ausência da feira os valores de todos os parâmetros analisados diminuem consideravelmente, sendo que o valor estatístico do L_{A90} , que pode corresponder ao valor do ruído ambiente, apresentou a maior diferença, num valor de 10,8 dB.

Quadro 5.12 - Comparação dos valores médios níveis sonoros equivalentes e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído ambiente com e sem ocupação na Feira de Custóias.

Ruído Ambiente – FC (dB)			
Parâmetro	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = L_{\text{com ocupação}} - L_{\text{sem ocupação}}$
L_{Aeq}	60,5	52,7	7,8
L_{A10}	63,0	56,4	6,6
L_{A50}	58,4	50,8	7,6
L_{A90}	55,2	44,4	10,8

5.2.2.10. Feira de Espinho

Na Feira de Espinho (Figura 5.22), apesar da sua grande dimensão, apenas foram realizadas duas medições. Um terceiro ponto de medição foi escolhido e realizado, no entanto o sonómetro não arquivou os resultados, sendo esse ponto excluído deste estudo. Os pontos de medição encontram-se visíveis na Figura 5.23 e as medições foram efetuadas no dia 26 de março de 2024 (segunda-feira) das 10 às 11:30 horas.



Figura 5.22 - Localização dos pontos de medição na Feira de Espinho (adaptado de [60]).

Devido à morfologia específica da feira de Espinho, esta não apresenta uma entrada principal. Assim, o ponto 1, que representa o ponto de medição fora da feira, foi escolhido por este se localizar perto da zona com maior movimento da feira. O local escolhido apresentou um movimento automóvel elevado, sendo que o ruído destes foi a principal fonte sonora detetada durante a medição.

O ponto 2 foi realizado sensivelmente no centro da zona de venda de hortícolas. Este ponto apresentou um movimento moderado de pessoas. As principais fontes sonoras detetadas foram o movimento e a voz dos visitantes e dos vendedores e algum ruído do tráfego automóvel devido à proximidade da estrada.

Na Figura 5.24 apresenta-se o ponto de medição sem a ocorrência da feira de Espinho. Para este caso, apenas se realizou-se a medição no dia 17 de abril de 2024 (quarta-feira) e foi apenas efetuado um ponto de medição, no mesmo local do ponto de medição 2 com ocorrência da feira de forma a ser possível a sua comparação.



Figura 5.23 - Pontos de medição 1 (esquerda) e 2 (direita) da Feira de Espinho [fotografias do autor].

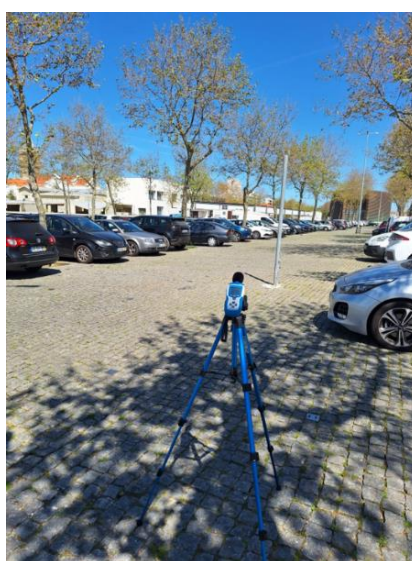


Figura 5.24- Ponto de medição 2 da Feira de Espinho, sem ocupação [fotografia do autor].

O Quadro 5.13 apresenta os valores dos parâmetros analisados das medições realizadas na feira de Espinho com e sem ocupação.

Neste caso, o ponto 1 foi o realizado fora da feira, junto a uma estrada com bastante movimento. Por essa razão, no Quadro 5.13, pode-se verificar que o ponto 1 apresenta valores superiores, para todos os parâmetros. Assim, o ponto 2, medido no centro da feira, numa zona com bastante movimento apresentou valores inferiores ao ponto 1 que tinha como principal fonte de ruído o tráfego automóvel.

O Quadro 5.14 demonstra que os resultados obtidos através das medições apresentaram valores inferiores na medição efetuada sem a ocupação da feira.

Quadro 5.13 - Nível sonoro contínuo equivalente e outros parâmetros estatísticos na medição do ruído ambiente com e sem ocupação, para os dois pontos de medição na Feira de Espinho (FE).

Ruído Ambiente– FC Com/ Sem Ocupação (dB)										
Ponto	L _{Aeq}		L _{A10}		L _{A50}		L _{A90}		$\Delta L_A (L_{A10} - L_{A90})$	
	Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem		Com / Sem	
1	61,6	-	64,9	-	59,6	-	56,2	-	8,7	-
2	60,7	52,2	63,4	54,6	58,5	51,3	54,9	48,8	8,5	5,8

Quadro 5.14 - Comparação dos níveis sonoros equivalentes e outros parâmetros estatísticos, obtidos nas medições do ruído ambiente com e sem ocupação na Feira de Espinho.

Ruído Ambiente – FE			
Parâmetro (dB)	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = L_{\text{com ocupação}} - L_{\text{sem ocupação}}$
L _{Aeq}	60,7	52,2	8,5
L _{A10}	63,4	54,6	8,8
L _{A50}	58,5	51,3	7,2
L _{A90}	54,9	48,8	6,1

5.2.2.11. Comparação de Resultados

Neste subcapítulo é realizada uma análise dos valores obtidos nas medições realizadas nos diferentes mercados e feiras sob avaliação. Os principais objetivos são a comparação dos valores de todos os espaços em análise e perceber se existe uma redução ou aumento do ruído do interior destes espaços face ao exterior. Para além disso, nas feiras, onde foram realizadas medições com e sem a sua ocupação, será analisado o impacto que estas causam nas suas zonas de realização.

O Quadro 5.15 e a Figura 5.25 reúnem os valores de todos os parâmetros analisados nos locais em estudo. O valor do nível sonoro equivalente foi obtido através de uma média energética sobre os valores dos pontos realizados dentro dos mercados ou feiras e os restantes valores estatísticos foram obtidos através da sua média aritmética.

Analisando inicialmente o L_{Aeq} verifica-se que o Mercado de Angeiras (MA) apresenta o valor mais elevado de 70,2 dB(A) seguido da Feira da Sra. Da Hora com um valor de 69,5 dB(A). O espaço em estudo que apresentou o valor mais reduzido foi a Feira de Custóias, com uma diferença de 9,7 dB(A) do valor mais elevado. Comparando o L_{Aeq} obtido no interior dos mercados face ao obtido nas feiras, é possível determinar que, tirando o valor elevado da Feira da Sra. Da Hora, as restantes feiras analisadas apresentaram valores acusticamente melhores que os mercados.

Quadro 5.15 - Resultados médios obtidos no interior dos Mercados (M) e Feiras (F) do Grande Porto (+ maior valor, - menor valor).

Parâmetro	MM	MA	MPV	MB	MVC	FSC	FSH	FC	FE	$\Delta = (+) - (-)$
L_{Aeq} (dB)	67,2	70,2 (+)	64,3	64,3	61,9	62,2	69,5	60,5 (-)	60,7	9,7
L_{A10} (dB)	69,5	69,7 (+)	66,3	66,4	63,4	65,3	68,1	63,0 (-)	63,4	6,7
L_{A50} (dB)	63,6	67,2 (+)	62,8	63,1	58,4 (-)	59,6	60,5	58,4 (-)	58,5	8,8
L_{A90} (dB)	60,0	63,6 (+)	59,7	60,4	55,2	55,6	56,3	55,2	54,9 (-)	8,7

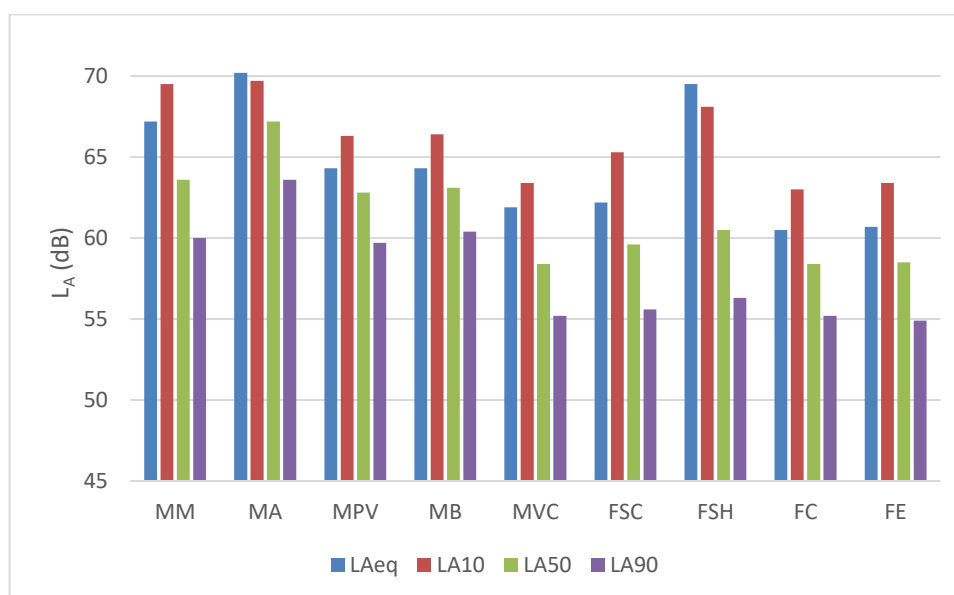


Figura 5.25- Valores médios no interior dos Mercados e Feiras do Grande Porto.

Considerando agora os valores estatísticos obtidos no interior dos locais em estudo, o Mercado de Angeiras (MA) apresenta, mais uma vez, os valores mais elevados. De seguida, o mercado que apresenta os valores mais elevados de L_{A10} e de L_{A50} é o Mercado de Matosinhos (MM). Para o L_{A90} , o Mercado do Bolhão (MB) foi o espaço com o segundo valor mais elevado.

O Quadro 5.16 e a Figura 5.26 apresentam os resultados relativos aos parâmetros medidos no exterior nos mercados ou feiras em análise.

Ao realizar uma análise dos valores de L_{Aeq} obtidos pode-se concluir que o Mercado do Bolhão apresentou o valor mais elevado. Os restantes mercados e feiras apresentaram valores de L_{Aeq} mais semelhantes num intervalo de 60,4 a 63,4 dB(A), valores estes consideravelmente inferiores ao do Mercado do Bolhão. Tal pode ser explicado pelo semelhante e baixo movimento de pessoas

e de tráfego automóvel em todos os espaços menos no Mercado do Bolhão, que apresentava muito movimento.

Quadro 5.16 - Resultados médios obtidos no exterior dos Mercados (M) e Feiras (F) do Grande Porto (+ maior valor, - menor valor).

Parâmetro	MM	MA	MPV	MB	MVC	FSC	FSH	FC	FE	$\Delta = (+) - (-)$
L_{Aeq} (dB)	62,6	63,4	61,5	67,1 (+)	62,8	61,1	60,4 (-)	62,5	61,6	6,7
L_{A10} (dB)	65,5	67,2	63,8	69,9 (+)	65,5	63,1 (-)	63,0	66,9	64,9	6,8
L_{A50} (dB)	61,7	58,5	59,3	64,7 (+)	61,1	58,7	57,1	56,7 (-)	59,6	8,0
L_{A90} (dB)	59,9	53,4	56,4	60,9 (+)	57,5	54,0	54,4	48,1 (-)	56,2	6,9

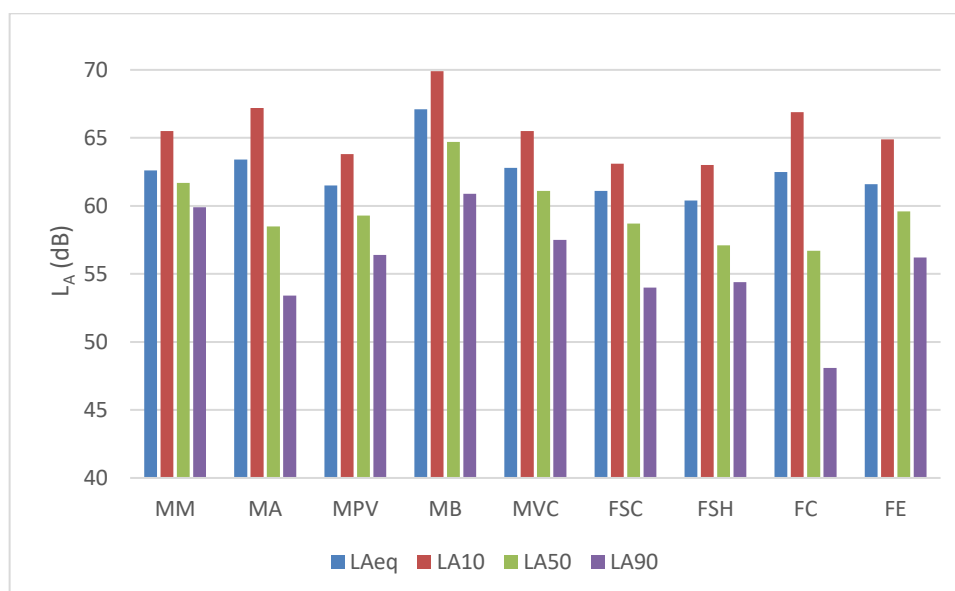


Figura 5.26 - Valores médios obtidos no exterior dos Mercados e Feiras do Grande Porto.

Como mencionado, no subcapítulo 5.1, as medições foram realizadas nos mercados apenas com estes em funcionamento e nos locais onde se realizam as feiras com e sem a sua ocorrência. Sendo assim possível a determinação do ruído de ocupação de todos os locais e o ruído sem ocupação das feiras. No Quadro 5.17 apresentam-se os valores de L_{Aeq} para as situações referidas.

Quadro 5.17 – Valores do nível sonoro equivalente para os mercados (M) e feiras (F) do Grande Porto, do ruído de ocupação e sem ocupação.

Mercados/Feiras	Valores de L_{Aeq} (dB)		
	Com Ocupação	Sem Ocupação	$\Delta = L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}$
MM	67,2	-	-
MA	70,2	-	-
MPV	64,3	-	-
MB	64,3	-	-
MVC	61,9	-	-
FSC	62,2	47,6	14,6
FSH	69,5	60,6	8,9
FC	60,5	52,7	7,8
FE	60,7	52,2	8,5
$\Delta = \text{Máx.} - \text{Mín.}$	9,7	13,0	6,8

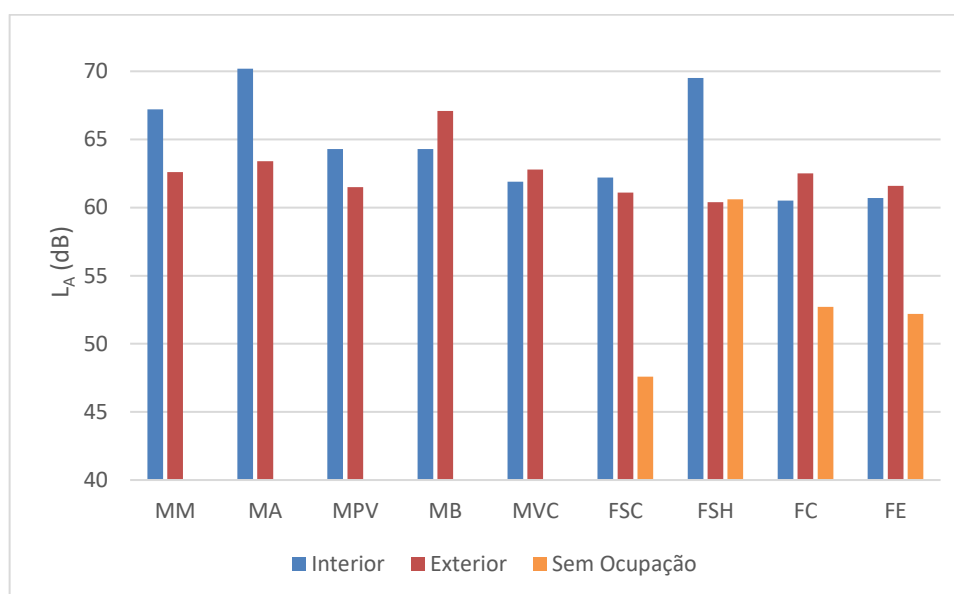


Figura 5.27- Nível sonoro contínuo equivalente no exterior e interior dos Mercados e Feiras e nível sonoro contínuo equivalente nas Feiras sem ocupação.

A Figura 5.27 permite observar os valores de L_{Aeq} no exterior e interior dos mercados e das feiras e o L_{Aeq} nas feiras sem ocupação.

Quanto ao ruído de ocupação, o caso mais problemático é o Mercado de Angeiras. A Feira de Custóias apresentou o resultado mais baixo. Relativamente ao ruído sem ocupação, a Feira da Sra. da Hora apresentou um resultado muito superior aos restantes. Este fenómeno pode ser explicado devido à localização pouco favorável desta feira, uma vez que se localiza junto a um troço da A28 e numa zona onde é muito sentido o ruído provocado pelo tráfego aéreo. As restantes feiras

apresentaram valores entre os 47,6 e os 52,7 dB(A), sendo que a feira de S. Cosme apresenta o resultado mais baixo. Em regime de ocupação, a variação do L_{Aeq} é bastante elevada, uma vez que apesar dos ruídos experienciados serem semelhantes, a densidade ocupacional não se apresentou a mesma em todos os espaços. No regime sem ocupação, a diferença entre o maior e o menor valor de L_{Aeq} ainda é mais acentuada devido ao recinto onde se realiza a feira da Sra. da Hora ser um local ruidoso.

No que diz respeito à variação do L_{Aeq} do regime de ocupação e sem ocupação das feiras, a feira de S. Cosme apresentou o valor mais elevado de 13,5 dB. O valor de L_{Aeq} apresentado por esta feira é o quarto mais baixo, assim a elevada diferença pode ser explicada pelo valor do ruído sem ocupação medido nesta feira ser baixo comparativamente aos restantes. De qualquer forma, todas estas diferenças são bastante acentuadas o que faz com que a realização destas feiras cause um impacto acústico nos locais de realização.

Ao realizar-se a comparação do valor do nível sonoro equivalente dos mercados e das feiras, pode-se determinar, de um modo geral, que os mercados apresentam valores superiores ao das feiras.

No Quadro 5.18 apresenta-se os valores de L_{Aeq} do interior, exterior e a diferença destes valores, para todos os espaços em estudo. Cinco destes espaços apresentam valores de L_{Aeq} superiores no interior face ao exterior. A feira da Sra. da Hora apresenta a diferença mais acentuada, num valor de 9,1 dB. Já o Mercado do Bolhão, Mercado de Vila do Conde, Feira de Custóias e a Feira de Espinho apresentaram valores inferiores no interior dos espaços.

Tendo em conta o valor limite ideal estimado no capítulo 3.4 de 50 dB(A), todos os casos estudados em regime de ocupação apresentam valores que ultrapassam o ideal num intervalo de 10,7 a 20,2 dB(A). Em termos médios finais, o nível de ruído de ocupação apresenta um valor bastante elevado para o conforto acústico e bem-estar de quem experiência o ambiente sonoro nos mercados e feiras, pelo que este parâmetro deve adquirir atenção e controlo.

Quadro 5.18 - Comparação dos valores médios de L_{Aeq} para o interior e exterior dos mercados (M) e feiras (F) em análise (+ maior valo, - menor valor).

Mercados/Feiras	L_{Aeq} (dB)		
	Interior	Exterior	$\Delta = L_{interior} - L_{exterior}$
MM	67,2	62,6	4,6
MA	70,2 (+)	63,4	6,8
MPV	64,3	61,5	2,8
MB	64,3	67,1 (+)	-2,8 (-)
MVC	61,9	62,8	-0,9
FSC	62,2	61,1	1,1
FSH	69,5	60,4 (-)	9,1 (+)
FC	60,5 (-)	62,5	-2,0
FE	60,7	61,6	-0,9

5.3 COMPARAÇÃO COM CENTROS COMERCIAIS DO GRANDE PORTO

O presente subcapítulo apresenta como principal objetivo comparar o ambiente sonoro sentido nos mercados e feiras com o ambiente sonoro de centros comerciais do Grande Porto.

O estudo realizado sobre os centros comerciais do Grande Porto apresenta-se analisado no capítulo 3.5.3. Os centros comerciais analisados foram o *Norte Shopping*, *Arrábida Shopping*, *Via Catarina* e *Dolce Vita Porto* (agora denominado “Alameda”). Na Figura 5.27 apresenta-se a comparação do nível sonoro equivalente determinado no interior dos mercados, feiras e centros comerciais do Grande Porto, em regime de ocupação. Os centros comerciais estão representados pelas letras A, B, C e D e as medições foram realizadas nas suas praças de alimentação.

Através da análise da Figura 5.28 pode-se concluir com clareza que o pior resultado de nível sonoro equivalente obtido foi no Mercado de Angeiras (MA). Para além deste mercado, a feira da Sra. da Hora (FSH) apresenta um valor de L_{Aeq} semelhante ao valor do centro comercial B, que é o valor mais elevado obtido na avaliação dos centros comerciais. O Mercado de Matosinhos (MM) apresenta um valor de L_{Aeq} de 67,2 dB(A), valor este que se encontra dentro da gama de valores obtidos nos centros comerciais. Tirando estes três espaços analisados neste trabalho, verifica-se que os restantes mercados e feiras apresentam valores, pelo menos de 3 dB, inferiores ao melhor valor de L_{Aeq} obtido nos centros comerciais.

O Quadro 5.19 permite a comparação dos resultados de L_{Aeq} dos espaços sem ocupação, que neste caso compara os valores obtidos nas feiras com os valores dos centros comerciais sem ocupação. Assim, é realizada uma comparação de ruído ambiente sem ocupação de locais ao ar livre e as praças de alimentação de centros comerciais.

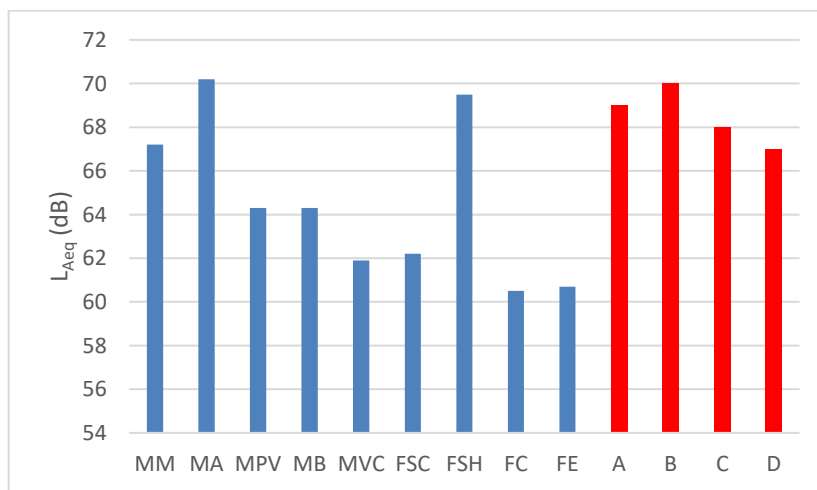


Figura 5.28 - Comparação dos valores médios de L_{Aeq} dos mercados (M), feiras (F) e centros comerciais (CC), medidos no interior e em regime de ocupação.

Em relação a estes valores de ruído sem ocupação, verifica-se que todos os valores de L_{Aeq} são inferiores nos centros comerciais. Este valor nos centros comerciais foi medido sempre horas depois do fecho, no entanto apenas no caso D é que a medição se realizou sem a atuação de equipas de limpeza ou de obras. Todavia apresentaram resultados bastante inferiores, o que é de esperar, uma vez que não são espaços ao ar livre e não estão sujeitos a muitas das fontes de ruído sentidas nos recintos das feiras, onde foram medidos os ruídos sem ocupação deste trabalho. A diferença do ruído de ocupação e do ruído sem ocupação é muito superior nos centros comerciais,

uma vez que em todos os casos, menos na feira da Sra. da Hora, o ruído de ocupação nos centros comerciais é muito superior.

Quadro 5.19 - Comparação dos valores médios de L_{Aeq} com e sem ocupação dos mercados (M), feiras (F) e centros comerciais (CC) do Grande Porto (+ maior valor, - menor valor).

M / F / CC	Valores de L_{Aeq} (dB)		
	Com Ocupação	Sem Ocupação	$\Delta = L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}$
MM	67	-	-
MA	70 (+)	-	-
MPV	64	-	-
MB	64	-	-
MVC	62	-	-
FSC	62	48 (-)	14
FSH	70 (+)	61 (+)	11
FC	61 (-)	53	8 (-)
FE	61 (-)	52	9
CC- A	69	51	19
CC- B	70 (+)	48 (-)	22 (+)
CC- C	68	54	15
CC- D	67	45	22 (+)

Assim, após estas observações, conclui-se que de forma geral, o ruído ambiente sentido nos mercados e feiras é inferior ao ruído sentido numa praça de alimentação de um centro comercial. Contudo, é sabido que as medições realizadas no estudo de caracterização acústica de centros comerciais [4], foram efetuadas com uma densidade ocupacional dos espaços muito superiores à efetuada neste trabalho, uma vez que o movimento de uma praça de alimentação de um grande centro comercial, à hora de almoço de um fim de semana, apresenta um movimento de pessoas muito elevado. Nas medições realizadas neste trabalho, apenas o estado de ocupação do mercado do Bolhão e da feira da Sra. da Hora é que são relativamente comparáveis com a ocupação de um centro comercial.

É de notar que estas comparações são de carácter aproximado, uma vez que os valores dos parâmetros estão inteiramente ligados às condições do espaço no período respeitante à avaliação dos requisitos acústicos, como a dimensão, materiais utilizados na construção, fontes sonoras e densidade de ocupação, e estas características podem ou não ser idênticas entre si.

6

AVALIAÇÃO ACÚSTICA SUBJETIVA

6.1 INQUÉRITO SÓCIO ACÚSTICO

As medições objetivas de ruído ambiente estão globalmente normalizadas, mas não existia nenhuma norma internacional que indicasse os procedimentos para a avaliação da prevalência da incomodidade subjetiva induzida pelo ruído. Assim, a NP 4476 [27] foi criada, com o objetivo de proporcionar especificações para a avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sócio acústicos. Quando estas especificações são atendidas, a probabilidade de obter valores estatisticamente relevantes através da comparação e amostragem dos resultados dos inquéritos, serão aumentadas, possibilitado assim, mais e melhor informação de qualidade.

Posto isto, foi utilizado um sistema de entrevista pessoal e individual, nos mercados e feiras do presente estudo, envolvendo os visitantes e trabalhadores destes espaços, realizado em simultâneo com o processo de medição, já descrito no capítulo 5.

Foi utilizado um critério aleatório na seleção dos inquiridos, sendo estes abordados durante a sua atividade nos espaços em análise.

O questionário utilizado consistiu em oito perguntas, sendo uma de resposta aberta e sete de resposta fechada. As duas primeiras perguntas limitaram-se à identificação do inquirido (faixa etária e género). As restantes perguntas efetuadas foram as seguintes:

- Questão 1- O “volume” dos ruídos incomodam-no?
- Questão 2- Sente que o ruído neste mercado/feira é mais incomodativo que o ruído sentido num centro comercial?
- Questão 3- Se o mercado/feira fosse mais ruidoso continuava a frequentá-lo?
- Questão 4- Identifique dois ruídos que ouve neste mercado/feira.
- Questão 5- O ruído deste mercado/feira é o mais alto dos que frequenta?
- Questão 6- O ruído deste mercado/feira é o mais baixo dos que frequenta?

A questão 1 visava saber qual a opinião dos inquiridos sobre a incomodidade dos ruídos sentidos nos diferentes espaços. A questão 2 foi efetuada de forma a perceber a opinião das pessoas inquiridas sobre a incomodidade do som sentido no espaço em análise em comparação com o ruído sentido num centro comercial. A questão 3 visava saber se o ruído ambiente sentido, efetivamente, é um problema que faz com que as pessoas possam parar de frequentar estes espaços. A pergunta 4 é a única de resposta aberta, onde foram registados todos os ruídos identificados pelos inquiridos para que na análise global sejam inventariados e divididos de acordo com o seu aspeto de referência, com base na classificação de Schafer [67]: a) trânsito, b) sons humanos, c) sons naturais, d) sons de aves, e) maquinaria, f) música, g) sinalética/semáforos

e h) outros. Com as questões 5 e 6 pretendeu-se saber se o mercado/feira em análise seria o espaço mais ou menos ruidoso dos mercados ou feiras frequentadas pelo inquirido.

As respostas às questões fechadas 1, 2 e 3 foram efetuadas com base na escala de *Likert* [68], de 1 a 5 conforme o estado de concordância ou discordância com o enunciado na pergunta. Para as respostas 5 e 6 foi utilizada uma escala de 1 a 3, correspondendo com a não concordância, indiferença ou concordância, respetivamente.

6.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

A análise será realizada focada na realidade global de todos os espaços analisados. Este método de análise justifica-se pelo facto da amostra local poder não ser totalmente representativa da realidade, devido à pouca afluência de visitantes nos momentos de medição e da baixa vontade de participar no preenchimento do inquérito. No entanto, para as perguntas 1, 3, 5 e 6 vai ser mencionado os espaços com melhores e piores resultados subjetivos.

Pretende-se assim, com a análise global dos mercados e feiras do Grande Porto perceber como é percecionado o ruído pelos seus visitantes e trabalhadores.

O conjunto total da amostra engloba 106 inquéritos realizados nos vários mercados e feiras analisados. Dos inquiridos, a maior parte é do género feminino (63%) e as faixas etárias mais predominantes são a dos 46 aos 65 anos (58%) e mais de 65 anos (20%), o que revela que os utilizadores dos mercados e feiras do Grande Porto pertencem a uma parte mais envelhecida da população (Figura 6.1 e 6.2).

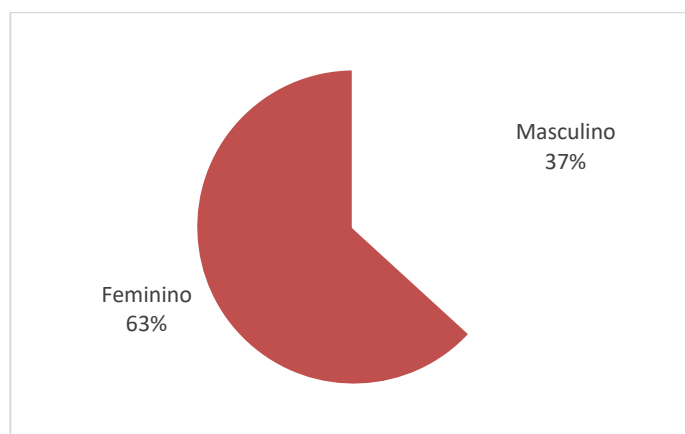


Figura 6.1- Distribuição das respostas quanto ao género dos inquiridos nos mercados e feiras do Grande Porto.

Em relação à questão 1, que tem como objetivo perceber se os ruídos sentidos nos espaços analisados incomodam os inquiridos, a maioria respondeu que discordava totalmente (51%). Apesar disso, esta pergunta dividiu ligeiramente opiniões, uma vez que 30% das pessoas respondeu que concordava ou que concordava totalmente com o incomodo sentido através do volume dos ruídos (17 e 13%, respetivamente). A esta pergunta apenas uma minoria se sentiu indiferente (5%) e 14% discordaram com o incomodo (Figura 6.3).

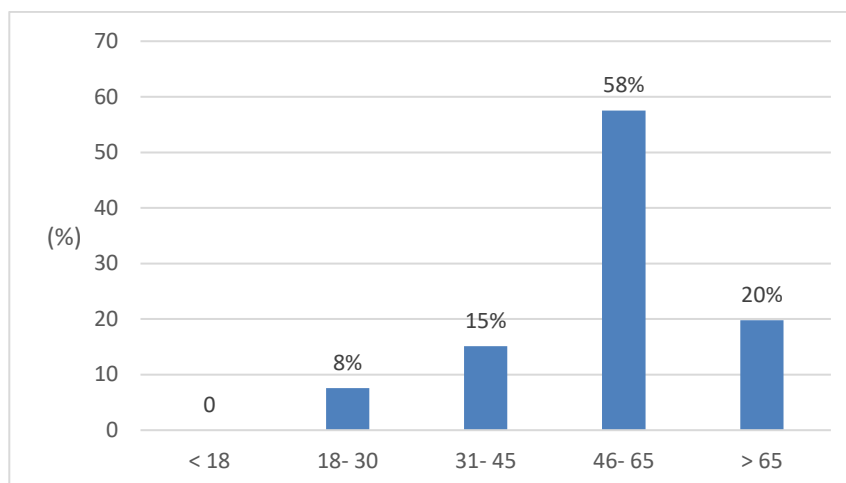


Figura 6.2- Distribuição pela faixa etária dos inquiridos nos mercados e feiras do Grande Porto.

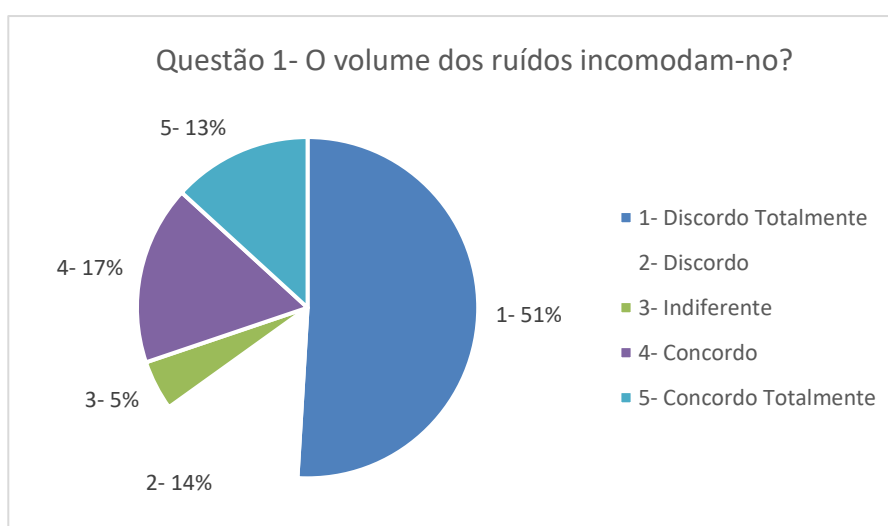


Figura 6.3- Respostas da globalidade dos inquiridos sobre a incomodidade dos ruídos sentidos nos espaços analisados.

Relativamente à questão 1 os espaços que obtiveram maior percentagem de resposta *Discordo Totalmente* foram o Mercado Municipal da Póvoa de Varzim (92%) e a Feira de S. Cosme (71%). Por outro lado, foi no Mercado Municipal de Matosinhos (19%) e no Mercado Municipal de Angeiras (17%) que os inquiridos responderam predominantemente *Concordo Totalmente* com o incomodo dos ruídos sentidos.

A percentagem das respostas à questão 2, relativa à comparação da incomodidade dos ruídos sentidos nos mercados e feiras com a incomodidade dos ruídos nos centros comerciais, encontra-se na Figura 6.4. Para esta questão a resposta com maior percentagem de respostas corresponde a *Discordo Totalmente* (36%), o que significa que a maioria das pessoas inquiridas prefere, ou sente-se menos incomodada, com o ruído sentido num mercado ou feira em detrimento ao ruído sentido num centro comercial. No entanto, esta opinião está longe de ser unânime e a diferença da percentagem de pessoas que responderam a *Discordo* ou *Discordo Totalmente* (52%), é muito semelhante à percentagem de pessoas que responderam *Concordo* ou *Concordo Totalmente* (43%), deixando uma pequena percentagem de pessoas que responderam a *Indiferente* (5%).

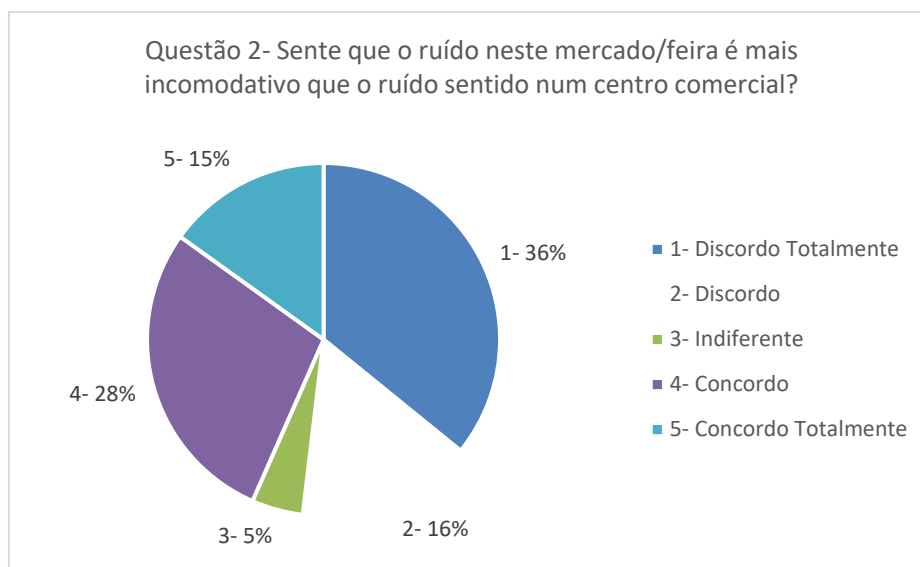


Figura 6.4- Respostas da globalidade dos inquiridos sobre a incomodidade do ruído sentido num mercado/feira em comparação com a incomodidade do ruído sentido num centro comercial.

A pergunta 3 (Figura 6.5) teve como objetivo averiguar se o aumento do ruído é ou não um fator determinante para os frequentadores dos espaços em análise. A maioria dos inquiridos respondeu *Concordo* (42%) e *Concordo Totalmente* (38%) demonstrando que mesmo que os espaços fossem mais ruidosos que iam continuar a frequentá-los. Apenas uma minoria (13%) respondeu que deixaria de frequentar os mercados e feiras caso estes fossem espaços mais ruidosos.

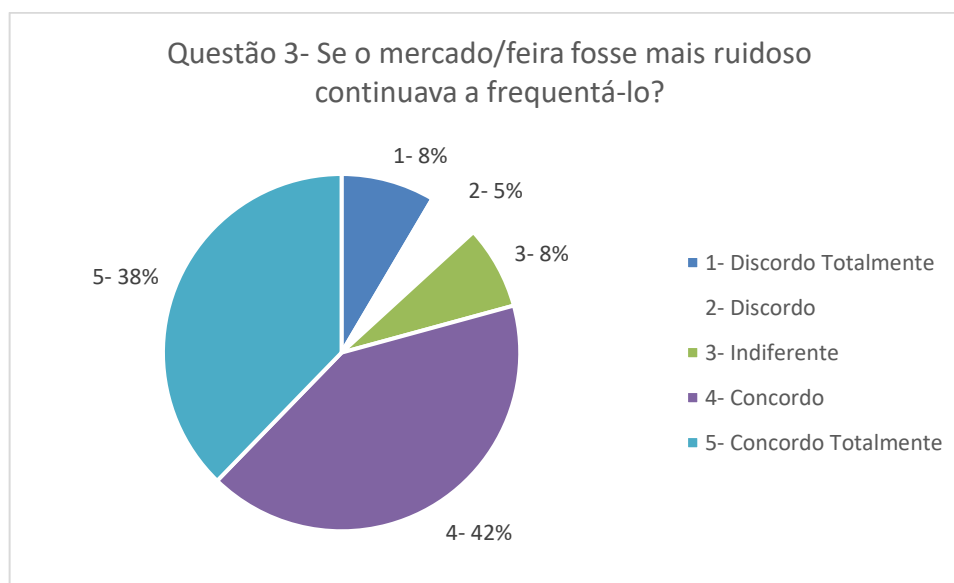


Figura 6.5- Respostas da globalidade dos inquiridos sobre o caso de continuarem a frequentar o mercado/feira caso este fosse mais ruidoso.

A Figura 6.6 apresenta as percentagens de respostas à questão 4, relativa à identificação de dois ruídos sentidos nos espaços em análise. A partir das respostas obtidas, estas foram categorizadas nestes sete aspetos de referência. O que apresentou maior percentagem foram os sons relacionados com os humanos (64%) quer sejam estes a sua voz ou movimento. O som proveniente do trânsito

(16%) apenas foi enunciado em espaços ao ar livre e a categoria de *outros* corresponde apenas ao ruído de aviões sentido na Feira da Sra. da Hora.

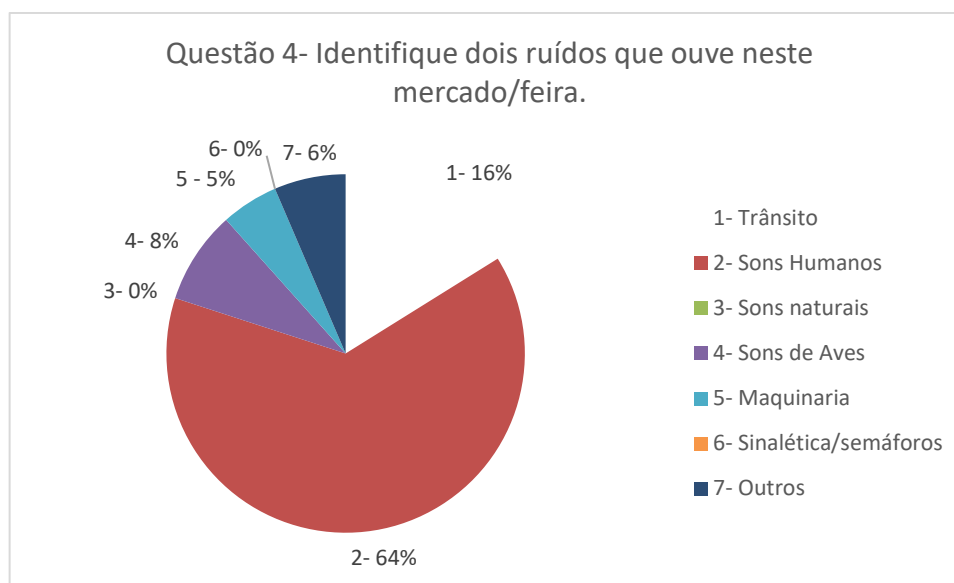


Figura 6.6- Respostas da globalidade dos inquiridos da identificação de ruídos sentidos nos mercados/feiras.

Relativamente à questão 5 (Figura 6.7), a resposta mais frequente foi *Não* (59%), ou seja, na maioria dos casos os inquiridos consideraram que os espaços que frequentavam não eram os que possuíam um ruído ambiente mais elevado. Para esta pergunta a totalidade dos inquiridos na Feira de Custóias e na Feira de S. Cosme respondeu que *Não*. Por outro lado, houve mercados e feiras onde uma grande percentagem dos inquiridos consideram que o volume nesses espaços seria o mais alto dos espaços que frequentam. Os três espaços com maior percentagem de resposta *Sim*, foram a Feira da Sra. da Hora (92%), o Mercado do Bolhão (64%) e o Mercado Municipal de Angeiras (58%). Tal significa que estes espaços são vistos, pela maioria dos visitantes e trabalhadores, como locais ruidosos.

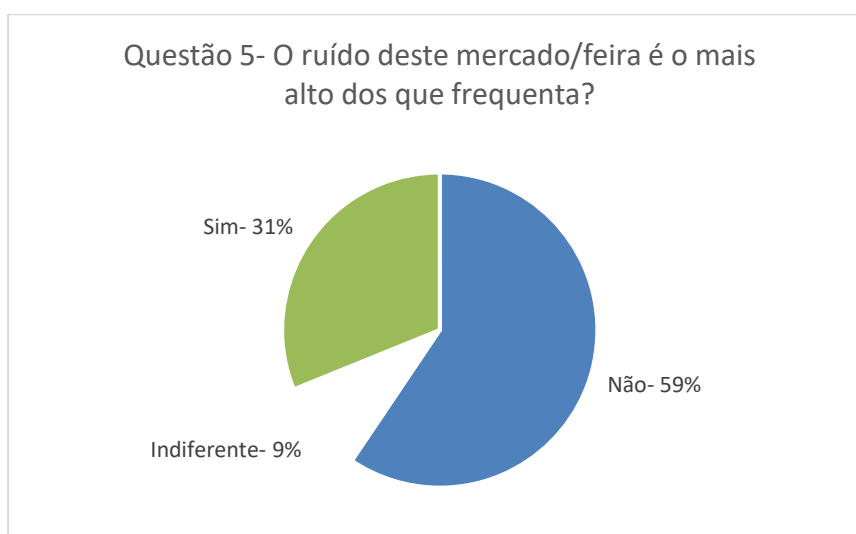


Figura 6.7- Respostas da globalidade dos inquiridos sobre se o ruído dos espaços frequentados é o mais alto de todos os mercados ou feiras.

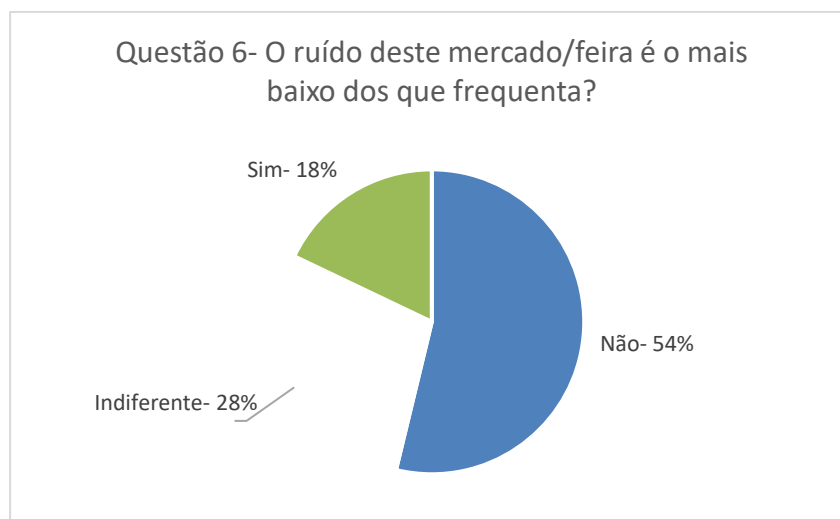


Figura 6.8- Respostas da globalidade dos inquiridos sobre se o ruído dos espaços frequentados é o mais baixo de todos os mercados ou feiras.

Por fim, a questão 6 (Figura 6.8), apresenta o objetivo de averiguar se os mercados ou feiras em análise são os espaços, deste género, mais silenciosos frequentados pelos inquiridos. A maioria das respostas obtidas foi *Não* (54%) seguido de *Indiferente* (28%) e *Sim* (18%). Para o cenário de resposta que indica que os mercados ou feiras não são os espaços com menor ruído ambiente, o Mercado Municipal de Angeiras (83%), o Mercado do Bolhão (91%), Mercado Municipal de Vila do Conde (78%), a Feira da Sra. Da Hora (100%) e a Feira de Espinho (78%), foram os espaços considerados como não sendo pouco ruidosos. A Feira de S. Cosme (47%), o Mercado Municipal da Póvoa de Varzim (42%) e a Feira de Custóias (50%) foram os mercados e feiras com as maiores percentagens de resposta *Sim*, ou seja, considerados pelos inquiridos como espaços mais silenciosos.

De forma geral, tendo em conta as respostas às questões 1, 5 e 6, diretamente ligadas ao incomodo do ruído ambiente dos espaços em análise, verifica-se que o Mercado do Bolhão, a Feira da Sra. da Hora e o Mercado Municipal de Angeiras são os espaços com as piores avaliações subjetivas. Ao realizar-se a comparação das respostas obtidas nos mercados e as respostas obtidas nas feiras, pode-se afirmar que a opinião subjetiva dos visitantes e trabalhadores é mais favorável para as feiras do que os mercados.

Em relação às questões que puseram em causa o ruído sentido nos mercados ou feiras, muitos inquiridos consideravam os ruídos como sons que não se importavam ou mesmo que gostavam de ouvir, sendo até o som provocado pelos vendedores e pelo movimento das pessoas, razões pelas quais muitos dos inquiridos frequentam os mercados e feiras. O mesmo aconteceu com alguns inquiridos para a resposta da questão 2, sobre a incomodidade do ruído nas feiras e mercados em relação com o ruído dos centros comerciais, sendo que reconhecem o ruído ambiente dos mercados e feiras, mas preferem-no em relação ao ruído ambiente sentido nos centros comerciais.

A opinião subjetiva a extrair sobre todos os mercados e feiras visitados indica que a tranquilidade e bem-estar do espaço envolvente afeta a perceção do ruído por parte dos visitantes. Ou seja, espaços modernos e bem organizados, mesmo que apresentem valores de nível sonoro equivalente (L_{Aeq}) elevados, a avaliação subjetiva das pessoas não corresponder à realidade objetiva desses valores.

7

CONCLUSÃO

7.1 CONCLUSÕES

O presente trabalho permitiu a elaboração de uma análise ao ruído ambiente inerente à utilização dos mercados e feiras do Grande Porto. Esta análise foi realizada quer na vertente objetiva, através de medições *in situ*, quer na componente subjetiva da perceção dos visitantes através da realização de um inquérito sócio acústico.

Os principais objetivos deste trabalho basearam-se na determinação e comparação do nível sonoro equivalente no interior e no exterior dos mercados e feiras e na comparação da avaliação subjetiva dos visitantes destes espaços. Para além disso, foi realizada a comparação dos resultados obtidos de nível sonoro com os valores relativos a centros comerciais do Grande Porto.

Após a análise dos dados objetivos obtidos nas medições efetuadas nos nove locais em estudo, foi possível alcançar algumas conclusões. O Quadro 7.1 apresenta os valores do nível sonoro equivalente (L_{Aeq}) obtidos nas três situações analisadas: no interior, com e sem ocupação, e no exterior dos mercados e feiras.

Através da análise do Quadro 7.1 é possível verificar que o Mercado Municipal de Angeiras (MA) obteve o valor mais elevado para a situação de medição no interior com ocupação (70,2 dB(A)). Neste mercado foram realizadas duas medições no interior, ambas num período com um baixo nível de ocupação. No entanto, os resultados obtidos demonstram um ruído ambiente bastante elevado, devido à disposição das bancas, ao edifício apresentar um pé direito relativamente baixo e não se detetarem materiais com características absorventes sonoras no espaço envolvente.

O segundo nível sonoro equivalente mais elevado foi obtido na Feira da Sra. da Hora (69,5 dB(A)). As medições no interior deste espaço realizaram-se num período de grande movimento. Para além disso, durante as medições foram detetadas duas fontes sonoras: o ruído proveniente do tráfego aéreo e o ruído dos típicos pregões. No entanto, nesta feira observou-se que alguns pregões utilizam microfones de modo a projetarem melhor a sua voz. Estes ruídos foram apenas detetados neste local e, juntamente com a elevada densidade ocupacional, fizeram com que o L_{Aeq} nesta feira fosse elevado.

O espaço analisado que apresentou um L_{Aeq} mais reduzido foi a Feira de Custóias (61 dB(A)). Este resultado pode ser explicado pela baixa densidade ocupacional observada durante as medições realizadas. O segundo espaço com o melhor resultado de L_{Aeq} foi a Feira de Espinho (61 dB(A)), uma vez que este espaço também não apresentou grande densidade ocupacional e uma das medições, possivelmente a que iria revelar um L_{Aeq} mais elevado, não foi contabilizada devido a um erro no equipamento.

Quadro 7.1 - Valores globais de L_{Aeq} dos nove mercados e feiras analisados nas diferentes situações (+ pior caso, - melhor caso).

Mercados/Feiras	L_{Aeq} (dB)				
	Interior			Exterior	Δ Com - Ext.
	Com Ocupação	Sem Ocupação	Δ Com - Sem		
M. Matosinhos	67,2	-		62,6	5
M. Angeiras	70,2 (+)	-		63,4	7
M. Póvoa de Varzim	64,3	-		61,5	3
M. Bolhão	64,3	-		67,1 (+)	-3
M. Vila do Conde	61,9	-		62,8	-1 (-)
F. S. Cosme	62,2	47,6 (-)	15 (+)	61,1	1 (-)
F. Sra. da Hora	69,5	60,6 (+)	9	60,4 (-)	9 (+)
F. Custóias	60,5 (-)	52,7	8 (-)	62,5	-2
F. Espinho	60,7	52,2	9	61,6	-1 (-)
Observação	De modo geral: M. Angeiras- pior caso; F. Custóias- melhor caso				

Comparando agora os valores de L_{Aeq} medidos no interior dos mercados em relação aos valores medidos no interior das feiras, é possível determinar que, de modo geral, as feiras apresentam valores de nível sonoro equivalente um pouco mais baixos, entre 60,5 e 69,5 dB(A) face a 61,9 e a 70,2 dB(A) nos mercados, o que significa que apresentam um pouco melhor ruído ambiente, fazendo com que estes espaços sejam ligeiramente mais tranquilos.

Em relação ao nível sonoro equivalente medido no exterior dos espaços em análise, verifica-se que este é inferior (1 a 7 dB(A)) ao medido no interior dos espaços em cinco dos nove casos e apresentam resultados entre 60 e 67 dB(A). Este fenómeno de redução de ruído ambiente no exterior em relação ao interior era o resultado esperado da realização de uma feira ou de um mercado. A Feira de Espinho, a Feira de Custóias, o Mercado Municipal da Póvoa e o Mercado do Bolhão foram os espaços onde o ruído ambiente no exterior se apresentou superior ao interior, com valores compreendidos entre 62 e 67 dB(A). Para estes espaços verificou-se que o movimento das pessoas e o tráfego automóvel fez com que o ruído sentido no exterior fosse superior ao sentido no interior dos mercados ou feiras.

Relativamente ao L_{Aeq} medido nas feiras sem ocupação, é possível verificar uma diferença de 13 dB(A) entre o valor mais e menos elevado. Esta grande diferença deveu-se, principalmente, à localização e ao movimento na Feira da Sra. da Hora, mesmo quando esta não está em funcionamento.

Fazendo agora a comparação dos níveis sonoros equivalentes obtidos neste trabalho com os níveis sonoros equivalentes obtidos no trabalho que estudou a caracterização acústica de quatro centros comerciais do Grande Porto [4], conclui-se que na grande maioria dos casos, os centros

comerciais obtiveram um ruído ambiente, em regime de ocupação, mais elevado que os verificados nos mercados e feiras analisados, apresentando valores entre 67 e 70 dB(A). Apesar disso, de todos os espaços analisados, o Mercado Municipal de Angeiras e o centro comercial “B” foram os espaços que apresentaram um valor de L_{Aeq} mais elevado (70 dB(A)). Tirando este caso, apenas mais dois, o Mercado Municipal de Matosinhos e a Feira da Sra. da Hora é que obtiveram valores semelhantes aos obtidos nos centros comerciais. Os restantes mercados e feiras apresentaram valores pelo menos de 3 dB(A) inferiores aos valores de L_{Aeq} obtidos nos centros comerciais.

Contudo, apesar destes resultados, é necessário referir que as medições nos centros comerciais foram efetuadas nas “praças de alimentação” e foram realizadas durante uma hora de elevada densidade ocupacional, tendo sido escolhida a hora de almoço ao fim de semana. Nestas condições, a densidade ocupacional dos mercados e feiras é assim, pouco comparável com a densidade ocupacional de um centro comercial.

Atentando agora os resultados obtidos através dos inquéritos sócio acústicos realizados, existem várias conclusões a que se pode chegar. A maior parte das pessoas que frequentam estes locais pertencem a uma parte mais envelhecida da população, sendo que 78% das pessoas inquiridas apresentavam uma idade superior a 46 anos. Para além disso, são predominantemente do género feminino (63%).

A pergunta, diretamente ligada ao incómodo do ruído sentido no espaço em análise, teve como piores resultados subjetivos o Mercado Municipal de Angeiras (MA), com 67% dos inquiridos a responderem “que concordavam” ou que “concordavam totalmente” com o incómodo do ruído, e a Feira da Sra. da Hora (FSH), com 41%. A pergunta, que perguntava se o espaço em análise é a feira ou o mercado com o ruído mais alto dos que os inquiridos frequentam, ajudou a confirmar os resultados anteriores, uma vez que uma grande maioria das pessoas respondeu que o MA (58%) e a FSH (92%) eram os mercados ou feiras mais ruidosas que visitam.

No outro lado do espectro e através da pergunta 1 e 6, sendo que a pergunta 6 inquiria sobre se o local analisado é o mercado ou feira mais silencioso que a pessoa visita, os espaços em estudo que obtiveram melhores respostas subjetivas foram a Feira de S. Cosme e a Feira de Custóias.

Relativamente à pergunta, que inquiriu as pessoas sobre se o aumento do “volume” do ruído as faria deixar de visitar os espaços em análise, os resultados foram claros e demonstram que mesmo que o ruído ambiente aumentasse, uma grande parte dos inquiridos (80%) continuaria a visitar os mercados ou feiras. Por uma grande parte dos inquiridos, esta resposta foi defendida pela localização favorável do espaço, sendo que não estariam dispostos a ir a um mercado ou feira mais longe só pelo facto ser um espaço mais tranquilo. As respostas a esta pergunta permitem verificar que para muitas pessoas o ruído não é um fator determinante para a visita ou não de um mercado ou feira.

A pergunta que incidiu sobre a comparação do ruído entre um mercado ou feira e um grande centro comercial. Esta pergunta foi a que dividiu mais a opinião subjetiva dos inquiridos. Assim, 52% das pessoas inquiridas respondeu que “discordam” ou “discordam totalmente” que os mercados e as feiras são mais incómodos que os centros comerciais. Por outro lado, 43% dos inquiridos respondeu que “concordavam” ou “concordavam totalmente” que os mercados e as feiras são mais incómodos que os centros comerciais. Por este motivo, parece não existir uma opinião clara das pessoas inquiridas e pode-se concluir que apesar da maioria preferir ou não se sentir incomodada com o ruído dos mercados e feiras (52%), há uma grande percentagem de pessoas que preferem o ruído ambiente dos grandes centros comerciais (43%).

Através das respostas subjetivas, a grande conclusão que foi possível retirar foi que para muitos dos visitantes e mesmo trabalhadores dos mercados e feiras, o ruído ambiente muitas vezes não é considerado um “ruído”, mas sim um “som” que as pessoas fazem questão de querer ouvir. Assim, apesar de em todos os casos de medição do L_{Aeq} , o valor exceder em cerca de 10 a 20 dB(A), o valor máximo de conforto ideal, de 50 dB(A) [69], muitas pessoas não se sentem incomodadas com o ruído ambiente. Deste modo, este valor máximo ideal não corresponde ao que as pessoas querem sentir quando visitam um mercado ou feira, sendo que muitas pessoas visitam estes locais até pelo seu movimento e vida e sentem-se bem com o ruído ambiente. Apesar disso, a Organização Mundial da Saúde indica que a partir dos 70 dB(A) [69] o organismo humano começa a reagir negativamente ao ruído ambiente, podendo assim ser considerado, através da realização deste trabalho, como valor máximo de nível sonoro equivalente para mercados e feiras o valor de 65 dB(A).

Salienta-se, assim, para o caso dos mercados realizados no interior de edifícios, a relevância dos sistemas construtivos e materiais utilizados na qualidade e conforto acústico. De todas as exigências construtivas que um determinado local acarreta, talvez a mais ignorada é a própria acústica, uma vez que a estética tende quase sempre a sobrepor-se. No caso das feiras, realizadas ao ar livre, seria importante a escolha do local com atenção ao conforto, uma vez que se verificou que caso isto não aconteça se podem atingir níveis sonoros acústicos capazes de causar danos auditivos em especial aos vendedores.

Com base nesta investigação, concluiu-se que a experiência de um estímulo sonoro vai para além do simples ato de ouvir, sendo um processo muito mais complexo. A sensibilidade, a subjetividade, o conforto, a saúde, a qualidade e a duração estão igualmente ligadas ao ambiente sonoro global. Neste sentido, é importante compreender a acústica do espaço, saber caracterizá-la e, se necessário, resolver os possíveis problemas relacionados.

7.2 DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

Devido à escassez de referências bibliográficas sobre a caracterização acústica de mercados e feiras, pode-se afirmar que existe a necessidade de aumentar a quantidade de estudos realizados de forma a complementar a presente investigação.

A necessidade de executar correções acústicas nos mercados estudados, realizados no interior, e a escolha dos espaços de realização das feiras, para o melhoramento do conforto acústico, são medidas que necessitam de investigação e soluções concretas e inovadoras. O objetivo principal é a redução do ruído ambiente, essencial para o aumento da inteligibilidade da palavra e para a procura de qualidade acústica, durabilidade e sustentabilidade.

No que diz respeito à análise de mercados e feiras do grande Porto, pode-se aumentar o número de mercados e feiras analisados. Para além disso, de forma a obter dados mais fiáveis, seria proveitoso aumentar o número de medições realizadas. Neste trabalho, as medições de cada espaço foram realizadas apenas num dia. A extensão das medições nos espaços ao longo de vários dias faz com um alto ou baixo número de pessoas numa das visitas não seja um problema, uma vez que será entendido melhor o estado de ocupação de cada espaço em análise.

Ainda relacionado com as medições, estas podem ser efetuadas em maior número de pontos, de forma a aumentar a área de medição. Para além disso, as medições podem efetuar-se ao longo de um ano, com o objetivo de avaliar em que altura ou estação do ano os mercados e feiras são espaços mais ruidosos ou mais acusticamente tranquilos de visitar.

Da parte subjetiva deste trabalho, verificou-se que algumas perguntas não atingiram resultados claros, sendo importante aumentar também o número de pessoas inquiridas.

Por último, seria interessante aumentar o número de mercados e feiras analisados tanto no resto de Portugal como na Europa, de forma a existir uma maior possibilidade de comparação de resultados e de métodos utilizados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ferreira, C., T. Marques, e P. Guerra, *Feiras e mercados no Porto: velhos e novos formatos de atividade económica e animação urbana*. GOT - Geography and Spatial Planning Journal, 2015(8): p. 75-102.
2. Ozdemir, B., E. Bayramoglu, e O. Demirel, *Noise Pollution and Human Health in Trabzon Parks*. Studies on Ethno-Medicine, 2017. 8(2): p. 127-134.
3. APA. Ruído ambiente. 2021 <https://apambiente.pt/ar-e-ruído/ruído-ambiente>. Acedido a: 15/02 de 2024.
4. Pereira, C.F.R.T., *Caracterização Acústica de Grandes Centros Comerciais*, em *Engenharia Civil*. 2015, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
5. ANSI/ASA, *American National Standard Acoustical Terminology*. 2013.
6. Carvalho, A.P.O., *Acústica Ambiental e de Edifícios*, ed. 8.12. 2014, Feup, Porto.
7. Bistafa, S.R., *Acústica aplicada ao controlo do ruído*. II Simpósio Internacional de Saúde do Trabalhador e Fonoaudiologia, 2007.
8. Everest, F.A. e K.C. Pohlmann, *Master Handbook of Acoustics*, ed. F. Edition. 2009.
9. Agency, E.E., *Environment noise in Europe - 2020*. 2020.
10. Ginn, K.B. e M. Sc., *Architectural Acoustics*, ed. n. edition. 1978.
11. Hiral, J.J., et al., *Noise Pollution & Human Health: A Review*. ResearchGate, 2017.
12. Barron, M., *Auditorium Acoustics and Architectural Design*, ed. n. edition. Taylor and Francis e-Library. 1993.
13. Lopez, M.R., *Acústica arquitectónica aplicada*, ed. E. Paraninfo. 1999.
14. Moura, F. *Ciências Físico-Químicas*. 2013 <https://francisco-moura-cfq.blogspot.com/2013/06/audicao.html>. Acedido a: 21/02/2024.
15. Rodrigues, F.G.F. and A. Brizola, *Radiação de baixa frequência e possível influência nociva a sistemas biológicos*. Revista Brasileira de Ensino de Física, 2019. 41(3).
16. Long, M., *Architectural Acoustics*. Elsevier Academic Press. 2006.
17. Termolan. *Isolamentos Termo-Acústicos - Lã de Rocha*. 2016 <https://termolan.pt/>. Acedido a: 28/02/2024.
18. Cortiça24. *Aglomerado de cortiça expandida*. 2024 <https://cortica24.pt/loja/32-aglomerado-de-cortiça-expandida/326-aglomerado-de-cortiça-expandida-25x500x1000mm/>. Acedido a: 28/02/2024.
19. Tarkett. *Alcatifa com base Acústica*. https://profissionais.tarkett.pt/pt_PT/node/bases-alcatifa-acusticas-15011. Acedido a: 28/02/2024.
20. Covema. *Aglomerados*. 2024 <https://www.covema.pt/produtos/derivados/aglomerados/>. Acedido a: 28/02/2024.
21. RPF, G. *Poliuretano Expandido*. 2022 <https://gruporpf.com.br/blog/poliuretano-expandido-entenda-o-que-e-e-conheca-aplicacoes/>. Acedido a: 28/02/1024.
22. partner, A. *Ruído laboral: Parâmetros de Descrição do Som*. 2022 <https://www.apopartner.pt/ruído-laboral-parametros-de-descricao-do-som/>. Acedido a: 28/02/2024.
23. Acústica, P. *Qual o revestimento acústico a escolher?* 2019 <https://portalacustica.info/qual-tipo-de-revestimento-acustico-escolher/>. Acedido a: 28/02/2024
24. Box, E.T. *NC- Noise Criterion*. 2004 https://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_725.html. Acedido a: 28/02/2024.
25. Box, E.T. *NR - The noise rating curve*. 2004 https://www.engineeringtoolbox.com/nr-noise-rating-d_60.html. Acedido a: 28/02/2024.
26. Dreher, J. and W. Evans, *Speech Interference Level and Aircraft Acoustical Environment*. Loockheed Aircraft Corporation, 1960.

27. IPQ, *Acústica. Avaliação da incomodidade devida ao ruído por meio de inquéritos sociais e sócio-acústicos*, N. 2008, Editor. 2008.
28. Europeia, C., *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social e ao Comité das Regiões: Criação de um Plano de Ação Europeu para o Setor Retalhista*. 2013.
29. Barreta, J., *Comércio de proximidade e regeneração urbana*. Confederação Empresarial de Portugal, 2012.
30. WUWM, *The Role and Importance of the Wholesale and Retail Market Sectors for the European Union*, W.U.o.W. Markets, Editor. 2011.
31. NABMA. *NABMA the voice of Markets*. 2024 <https://nabma.com/>. Acedido a: 6/4/2024.
32. 10/2015, D.-L.n., *RJACSR - Regime Jurídico de acesso e exercício a atividades de comércio, Serviços e Restauração Indústria, Licenciamentos e Segurança de instalações*. 2015.
33. CMP, *Sentir e Pensar os Mercados e Feiras do Porto*, P.d.M. Câmara Municipal do Porto, Equipamentos e Serviços Técnicos, Editor. 1992.
34. URBACT, *Urban Markets: heart, soul and motor of cities.*, Barcelona, Editor. 2015.
35. Sengelen, O. *Istanbul's spectacular, historical grand bazaars and markets*. 2023. Acedido a: 9/3/2024
36. Pera, M. *Grand Bazaar*. 2024. Acedido a: 9/3/2024.
37. Televisa. *Historia de la Central de Abasto*. 2011. Acedido a: 9/3/2024.
38. Civitatis. *The World's Largest Markets*. 2023 <https://www.civitatis.com/blog/en/worlds-largest-markets/>. Acedido a: 9/3/2023.
39. Dias, E.T., *Mercados Municipais*. Direção-Geral do Comércio e da Concorrência, 2001.
40. Cavalho, A.G., *O mercado: entre o antigo e o moderno*. XXVII simpósio nacional de história, 2013.
41. Magalhaes, V.A., *Feiras móveis: Uma perspectiva histórica comparativa com as feiras medievais*, ed. R. Extensão. 2017.
42. Pita, V. *Os comerciantes Fenícios*. 2010 <https://universodahistoria.blogspot.com/2010/10/os-comerciantes-fenicios.html>. Acedido a: 7/03/2024.
43. Romae, V. *Ancient Roman Shopping*. 2016 <https://www.vita-romae.com/ancient-roman-shopping.html>. Acedido a: 7/3/2024.
44. Ligt, L.d., *Fairs and Markets in the Roman Empire: Economic and Social Aspects periodic trade in a pre-industrial society*. 1993.
45. Silva, R., *Espaço Urbano - O mais emblemático mercado da cidade*. O Tripeiro. Porto: Associação Comercial do Porto, 2015.
46. Fernandes, J.A., *Porto: A cidade e comércio*. Porto: Arquivo Histórico da Câmara Municipal do Porto, 1997.
47. *Características Acústicas de edifícios comerciais*. http://www.steelconstruction.info/Acoustics_regulations#Retail_buildings. Acedido a: 20/3/2024.
48. Unesco. *Tabriz Historic Bazaar Complex*. 2010 <https://whc.unesco.org/en/list/1346/>. Acedido a: 19/3/2024.
49. Ghaffari, A., M. Mirgholami, e b. Shafaei, *Explaining the acoustical behavior and the soundscape quality of Tabriz Bazaar based on the objective and subjective assessments*. JMS- Motaleate Shahri, 2020.
50. Carvalho, A.P.O., *Jardins urbanos da cidade do Porto. Análise acústica*. Viver (N)A Cidade, 1990.
51. Carvalho, A.P.O. e R. Cleto, *O som e o ruído nos jardins do Porto*. Laboratório de Acústica, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2011.

52. Pereira, M., *Percepção Sonora no Espaço Público: Indicadores de Tolerância ao Ruído na Cidade do Rio de Janeiro*. National Meeting of Comfort in the Built Environment, 2003: p. 779-786.
53. Szeremeta, B. e P. Zannin, *Analysis and evaluation of soundscapes in public parks through interviews and measurement of noise*. Laboratório de Acústica Ambiental e Industrial e Conforto Acústico, Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Brazil, 2009.
54. Matosinhos, C.M.d. *Mercado de Matosinhos*. 2023 Disponível em: <https://www.cm-matosinhos.pt/servicos-municipais/apoio-as-atividades-economicas-e-investidor/mercados/mercado-de-matosinhos>. Acedido a: 26/3/2024.
55. Earth, G. *Distrito do Porto*. <https://earth.google.com/web/@41.18696699,-8.6931852,22.0549425a,276.35810597d,35y,0h,0t,0r/data=OgMKATA>. Acedido a: 26/3/2024.
56. Viana, T.C. *Três novidades no Mercado Municipal de Matosinhos*. 2017 <https://www.timeout.pt/porto/pt/restaurantes/tres-novidades-no-mercado-municipal-de-matosinhos>. Acedido a: 26/3/2024.
57. Matosinhos, C.M.d. *Mercado de Angeiras*. 2020 <https://www.cm-matosinhos.pt/servicos-municipais/apoio-as-atividades-economicas-e-investidor/mercados/mercado-de-angeiras>. Acedido a: 26/3/2024.
58. Poveiro, O. *Mercado Municipal*. 2019 <https://www.opoveiro.pt/mercado-municipal/>. Acedido a: 26/3/2024.
59. Varzim, C.M.d.P.d. *Reabilitação do mercado municipal da Póvoa de Varzim (PEDU)*. 2019 <https://www.cm-pvarzim.pt/municipio/obras-municipais/pedu-reabilitacao-do-mercado-municipal-da-povoa-de-varzim/>. Acedido a: 26/3/2024.
60. Maps, G. 2022 <https://earth.google.com/web/search/feira+perto+de+S.+Cosme/@41.20835631,-8.55461899,122.50601517a,87441.03512191d,35y,0h,0t,0r/data=CigiJgokCaB1M2sTmURAec2UAIIRk0RAGXtZSo5g9CDAITWurH0xOSHAOGMKATA>. Acedido a: 26/3/2024.
61. Nogueira, J.A. *Mercado da Póvoa reabre terça-feira com venda de todo o género de produtos*. 2021 <https://maissemanario.pt/mercado-da-povoa-reabre-terca-feira-com-venda-de-todo-o-genero-de-produtos/>. Acedido a: 26/3/2024.
62. Porto, C.M.d. *História do Mercado do Bolhão*. 2023 <https://mercadobolhao.pt/historias/reabertura-do-novo-bolhao/>. Acedido a: 28/3/2024.
63. Público. *Mercado do Bolhão reabriu: "Agora é tempo de a cidade do apoiar"*. 2022 https://www.youtube.com/watch?v=pQxiUklw8OE&ab_channel=P%C3%94BLICO. Acedido a: 28/3/2024.
64. Porto, C.M.d., *Mercado do Bolhão, Plantas de Localização, Restaurantes*. 2022.
65. Agrária, R. *Mercado Municipal de Vila do Conde*. 2017 <https://www.reformaagraria.pt/feiras-mercados/porto/vila-do-conde/mercado-municipal-de-vila-do-conde/>. Acedido a: 27/3/2024
66. *Mercado Semanal - Feira de Espinho* 2018 <https://visit.espinho.pt/pt/turismo/mercado-semanal-feira-de-espinho/>. Acedido a: 30/3/2024.
67. Schafer, M., *A Afinação do Mundo*. 2001, São Paulo: UNESPE.
68. Likert, R., *A technique for the measurement of attitudes*. Archives of Psychology, 1932.
69. *Valores críticos do nível sonoro do ruído de fundo pela Organização Mundial da Saúde*. <https://www.cimal.pt/pt/menu/141/efeitos-nocivos-do-ruído.aspx>. Acedido a: 11/05/2024.