

CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE GRANDES CENTROS COMERCIAIS

PACS: 43.55.GX

António P. O. Carvalho; Cláudia F. R. T. Pereira
Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto
Rua Roberto Frias, 4200-465 Porto, Portugal
Tel.: (351) 22.508.1931
Fax: (351) 22.508.1940
carvalho@fe.up.pt; ec09018@fe.up.pt

ABSTRACT

This study characterizes the interior acoustics in four large shopping malls in Porto, Portugal by in situ measurements of objective acoustic parameters (reverberation time and background noise levels) comparing these with proposed ideal values and evaluating the influence that the surrounding features have on the results. Results show RT values between 1.7 and 3.2 s and L_{Aeq} (with occupancy) between 67 and 70 dB.

RESUMO

Este projecto caracteriza a acústica interior numa amostra de quatro grandes centros comerciais da zona do Porto, Portugal (*Arrábida Shopping, Via Catarina, Norte Shopping e Dolce Vita Porto*) através de medições *in situ* de parâmetros acústicos objectivos (tempo de reverberação e ruído de fundo) comparando estes com valores ideais propostos e avaliando a influência que as características da envolvente têm sobre os resultados. Obtiveram-se, como exemplo, nas praças de alimentação, valores de TR entre 1,7 e 3,2 s e L_{Aeq} (com ocupação) entre 67 e 70 dB.

1 - INTRODUÇÃO

Os centros comerciais são frequentados por inúmeras pessoas não só para a actividade comercial mas também para fins sociais e de lazer. A dimensão considerável de alguns deles, com grandes espaços de circulação, pé-direito elevado e geralmente uma ampla praça de restauração onde um elevado número de pessoas se reúnem, conduz a elevados tempos de reverberação que resultam numa fraca inteligibilidade da palavra e elevado ruído de fundo.

2 - CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

Os centros comerciais escolhidos como casos de estudo são: *Arrábida Shopping, Via Catarina, Norte Shopping e Dolce Vita Porto* (Quadro 1). Por questões de confidencialidade e a pedido

de uma das entidades gestoras destes espaços, os centros comerciais citados como exemplos de casos de estudo serão designados simbolicamente, sem nenhuma ordem ou correspondência em particular, por *A*, *B*, *C* e *D* [1].

Quadro 1 – Dados principais do *Arrábida Shopping*, *Via Catarina*, *Norte Shopping* e *Dolce Vita*.

Dados	<i>Arrábida Shopping</i>	<i>Via Catarina</i>	<i>Norte Shopping</i>	<i>Dolce Vita Porto</i>
Localização (freguesia/concelho)	Santa Marinha V. N. Gaia	Santo Ildefonso Porto	Srª da Hora Matosinhos	Campanhã Porto
Inauguração	1996	1996	1998	2005
Área (m ²)	64400	11700	71740	38360
Lojas	190	93	267	129
Nº de pisos comerciais	3	4	2	5

3 - CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA – Medições e Resultados

3.1 - Valores ideais

As avaliações dos parâmetros acústicos objectivos foram realizadas em dois regimes: "sem ocupação" (após o encerramento nocturno dos centros comerciais) onde se mediu o Tempo de Reverberação (TR) e o Ruído de Fundo (RF) na praça de alimentação e no "piso de referência" (o piso inferior), e "com ocupação" (durante o seu funcionamento) apenas o RF na praça de alimentação. O objectivo deste estudo é investigar os valores destes parâmetros, a sua variabilidade e a sua adequabilidade para o conforto acústico nesta tipologia de espaços. Inicia-se o estudo com a definição dos valores ideais de forma a confrontar posteriormente com os valores medidos (Quadro 2).

Quadro 2 – Valores ideais do tempo de reverberação e ruído de fundo nos centros comerciais.

Parâmetros acústicos	Valores ideais
Tempo de Reverberação (TR)	1,0 a 1,2 s [500;1k;2k Hz]
Ruído de Fundo (L_{Aeq})	≤ 55 dB

3.2 - Tempo de Reverberação (TR)

A medição do Tempo de Reverberação (TR) foi executada após o encerramento dos centros comerciais na praça de alimentação e no "piso de referência", em regime de não ocupação, de modo a não haver fontes sonoras senão as intrínsecas e permanentes ao próprio espaço. A medição foi feita com a fonte sonora (FS) num único ponto e com o sonómetro (B&K 2260) apoiado num tripé, em três posições distintas, a uma altura de cerca de 1,40 m (Fig. 1). O sonómetro fez duas leituras em cada ponto medido, obtendo-se como resultado a média aritmética das medições.

As Figuras 2 e 3 apresentam a variação dos valores do TR médio respectivamente no piso de referência e na praça de alimentação, dos quatro casos em estudo. Da Figura 2 claramente se observa que, no piso de referência, o TR médio mais curto (e mais adequado) corresponde ao centro comercial *C*. Esta situação está relacionada com a sua configuração espacial, assemelhando-se a um corredor longo e com a envolvente absorvente, logo um espaço menos reverberante. Por outro lado, o edifício mais reverberante nas frequências baixas e altas refere-se ao centro comercial *B*, enquanto em *A* o TR é mais excessivo dos 500 a 2k Hz, apresentando um pico máximo de 3,4 s aos 1k Hz. Esta situação torna-se preocupante, pois é nestas bandas de frequência que se insere o domínio preponderante da palavra, podendo assim interferir negativamente na inteligibilidade.

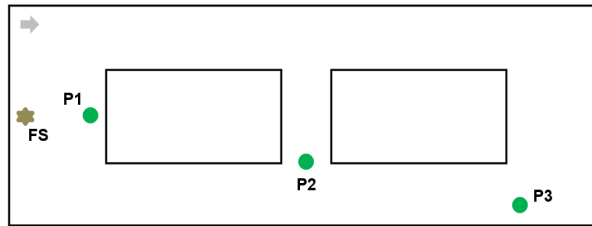


Figura 1 – Esboço genérico da configuração espacial da zona estudada, a castanho a localização da fonte sonora (FS) e materializado a verde os pontos de medição do TR (P1, P2 e P3).

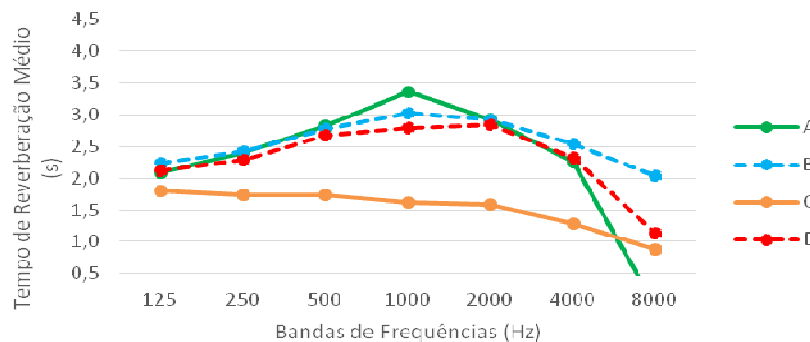


Figura 2 – Variação do TR médio no piso de referência, nos centros comerciais A, B, C e D.

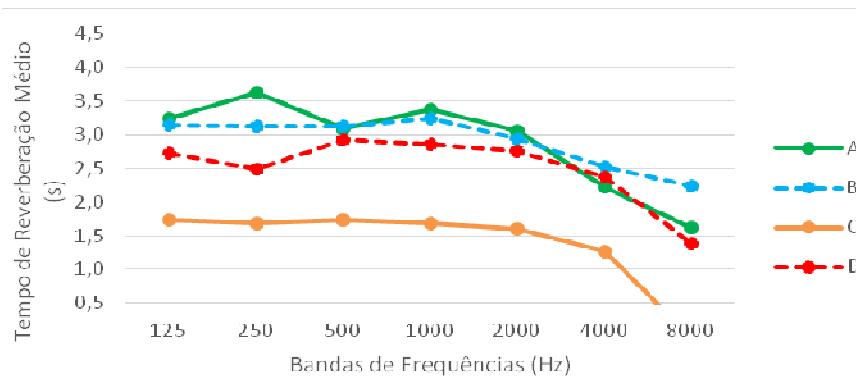


Figura 3 – Variação do TR médio na praça de alimentação nos centros comerciais A, B, C e D.

Quadro 3 – Valores dos TR médios (500, 1k e 2k Hz) no piso de referência e praça de alimentação, nos casos A, B, C e D.

Centros Comerciais	TR (s) - Média [500;1k;2k Hz]	
	Piso de referência	Praça de alimentação
A	3,0	3,2
B	2,9	3,1
C	1,7	1,7
D	2,8	2,8

Na praça de alimentação verifica-se (Fig. 3) que o TR médio mais curto (e mais adequado) corresponde novamente ao centro comercial C. Isto deve-se à absorção sonora pela superfície envolvente (os painéis absorventes perfurados no tecto e a presença de lonas na entrada dos restaurantes) bem como o seu pé-direito reduzido em comparação com os restantes casos, importantes para a redução das reflexões e conseqüentemente a reverberação do espaço. Até aos 2k Hz, o centro comercial A mostrou-se mais reverberante, isto porque detém um enorme pé-direito, influenciando no maior volume da zona em estudo. O caso B sucede ao caso

anterior a partir de cerca dos 2500 Hz, uma vez que o seu pé-direito é também considerável e sua cobertura em vidro não absorve tão eficazmente nas frequências altas.

Confrontando os TR médios de ambos os pisos entre cada centro comercial (Quadro 2) verifica-se que o TR mais longo corresponde ao centro comercial A, muito influenciado pelo pé-direito elevado, pelo número de andares do edifício, pela sua configuração espacial em galeria, e pelos reduzidos coeficientes de absorção sonora dos revestimentos aplicados nos dois pisos, a exemplo os cerâmicos e as superfícies em vidro que absorvem muito pouco nas frequências médias e altas. Positivamente, destaca-se o centro comercial C pelo seu melhor (e menor) TR, realçando que corresponde ao centro comercial com menor número de pisos, logo menor volume e consequentemente um espaço menos reverberante. A sua configuração espacial de pé-direito reduzido, conjugada com a envolvente absorvente: objectos de decoração na cobertura da praça de alimentação como candeeiros revestidos por tecidos do tipo lona, os painéis perfurados no tecto das zonas de circulação em ambos os pisos, as lonas nas entradas dos restaurantes, auxiliam na absorção sonora do espaço, reduzindo as reflexões acústicas. Acrescenta-se ainda a configuração espacial do piso de referência em forma de longo corredor, que torna o espaço menos amplo e, portanto, com valores do TR mais curtos.

Comparativamente aos valores de TR idealmente estabelecidos de 1,0 a 1,2 s, conclui-se que na presente amostra, este parâmetro encontra-se bastante acima do limite máximo do intervalo adequado em todos os centros comerciais, com menor e maior diferença nos casos C e A, respectivamente de 0,5 e 2 s.

3.3 - Ruído de Fundo (RF)

Para avaliar o ruído de fundo (RF) nos espaços comerciais em estudo realizaram-se medições utilizando um sonómetro (B&K 2260) apoiado num tripé. Nesta análise foram realizados dois tipos de medição: avaliação do nível sonoro de ruído de fundo sem ocupação na praça de alimentação e no piso de referência, e com ocupação na praça de alimentação. Em cada ponto, a medição do ruído de fundo durou entre 4 e 5 minutos, tendo em preocupação a estabilização do sinal rastreado. Em cada caso, recolheram-se valores para uma, duas ou três posições distintas do sonómetro (Fig. 4), consoante os acontecimentos vivenciados no espaço em questão e na altura do ensaio serem de natureza esporádica ou permanente, com os resultados fornecidos em valores médios globais (nível sonoro do ruído de fundo) e em espectro sonoro para as bandas de 1/1 oitava dos 16 aos 16k Hz.

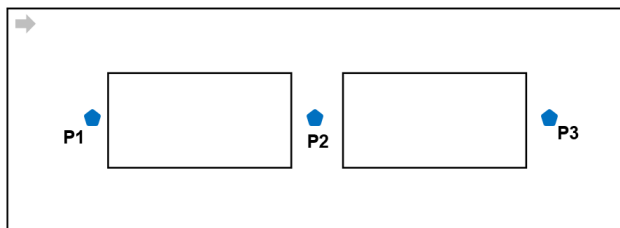


Figura 4 – Esboço genérico da configuração espacial da zona estudada nos centros comerciais, materializado a azul os pontos de medição do RF (*P1*, *P2* e *P3*), de acordo com o sentido da medição.

Note-se que, em regime de não ocupação, as medições não foram realizadas em "silêncio" total, uma vez que, na maioria dos casos, os serviços de segurança e de limpeza estavam presentes, provocando algum ruído para além do ruído particular intrínseco e permanente no espaço comercial. Realça-se também que em dois dos centros comerciais decorriam pequenas obras em lojas e átrios, e num deles a preparação de um evento na praça de alimentação.

Destacam-se, no Quadro 4, os valores médios globais do L_{Aeq} do ruído de fundo para as três medições efectuadas nos pisos de referência e da praça de alimentação.

Quadro 4– Nível sonoro equivalente (média log.) do RF (sem e com ocupação) para os três pontos de medição, no piso de referência e praça de alimentação, nos casos A, B, C e D.

L _{Aeq} (dB)	Ruído de Fundo			
	Sem ocupação		Com ocupação	Variação Δ
	Piso de referência	Praça de alimentação	Praça de alimentação	Praça de alimentação
Centros Comerciais	Média log.	Média log.	Média log.	$\Delta = [L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}]$
A	49,5	50,7	69,2	19
B	47,9	48,4	70,1	22
C	51,0	53,5	68,2	15
D	44,0	44,9	66,9	22

Para o centro comercial A, o piso de referência e a praça de alimentação exibiram o maior L_{Aeq} de ruído de fundo nos pontos P1, respetivamente com 51,1 dB e 52,2 dB, o primeiro valor devido possivelmente ao ruído dos balastros presentes no local e o segundo ao ruído particular de uma máquina frigorífica numa gelataria. Realça-se a presença dos serviços de limpeza na praça de alimentação durante as medições, provocando algum ruído através dos equipamentos de limpeza e arrastamento de cadeiras e mesas, havendo porém a preocupação em medir nos períodos de maior silêncio, de modo a que o ruído captado corresponda ao intrínseco e permanente fora do horário de funcionamento do centro comercial.

Observando os resultados alusivos ao piso de referência do centro comercial B, o maior L_{Aeq} refere-se à localização P2 com 49,3 dB, influenciado por um sinal sonoro proveniente de um alarme. Para a praça de alimentação B, o maior L_{Aeq} verificou-se no ponto P2 com 50,0 dB, valor este devido ao ruído da máquina frigorífica de uma loja de gelados. Realça-se que no centro comercial não se encontravam os serviços de limpeza durante as medições, no entanto detectou-se ruído de conversação no piso inferior devido a uma reunião entre lojistas.

Na avaliação pertencente ao piso de referência do centro comercial C, o maior L_{Aeq} medido de ruído de fundo refere-se a P3 com 51,6 dB, explicado pela maior proximidade ao local que se encontrava em obras e ao sítio onde se localizava uma máquina destinada às crianças que tocava música de tempos em tempos. Note-se que o ruído das obras não é intrínseco ao local, tratando-se de um ruído “casual”. O L_{Aeq} na praça de alimentação C foi de 53,5 dB. Neste centro comercial os serviços de limpeza encontravam-se no local durante as medições, provocando ruído. Note-se que alguns membros também se encontravam a preparar um evento para o dia seguinte, provocando igualmente ruído constante, de modo que se optou por realizar apenas uma medição distante destes acontecimentos e próxima dos restaurantes, nomeadamente de uma gelataria que continha mais ruído particular.

No piso de referência do centro comercial D, o L_{Aeq} de ruído de fundo registado foi de 44 dB. Teve-se o cuidado de testar numa altura de menos ruído oriundo de obras que decorriam no espaço comercial, não detectando, pela audição humana, mais nenhum ruído a não ser o mencionado, justificando assim o valor determinado. Na praça de alimentação D, o L_{Aeq} foi de 44,9 dB. Apesar da maior distância ao local das obras, distingue-se em cerca de 1 dB(A) do ruído de fundo do piso de referência, uma vez que no piso de restauração se adiciona o ruído particular das máquinas frigoríficas, mesmo que pouco relevante.

No Quadro 4 apresentam-se os valores médios (log.) globais do nível sonoro equivalente (L_{Aeq}) do ruído de fundo em regime de ocupação, nas praças de alimentação. Note-se, na praça de alimentação A, o registo elevado do L_{Aeq} de ruído de ocupação. A música ambiente, a conversação entre pessoas, o arrastamento de cadeiras, o “barulho” das bandejas e respectiva louça, e o ruído particular numa área de jogos presente no local são as razões fundamentais, principalmente em dias de grande ocupação do espaço comercial, mascarando os ruídos particulares, a exemplo o ruído da ventilação do secador das mãos dos WCs.

No dia da avaliação, a praça de alimentação *B* apresentava uma densidade ocupacional elevada: pessoas a conversar, arrastamento de cadeiras, que efectivamente se sobrepõem aos ruídos particulares detectados na medição do ruído de fundo. Não se identificou música ambiente. Conjuntamente, todas as acções citadas geraram elevados níveis sonoros equivalentes do ruído de ocupação.

Para a praça de alimentação *C*, nota-se que o ruído de conversação, o arrastamento de cadeiras, “barulho” de bandejas, o rolamento dos carrinhos de recolha de bandejas e de limpeza, as máquinas e equipamentos dos restaurantes sobrepõem-se ao ruído de fundo, até porque a música ambiente mal se ouvia. Acrescentando a tudo isto ao ruído dos equipamentos da área de jogos, desencadeou-se o maior L_{Aeq} do ruído de ocupação avaliado em cerca de 68,5 dB no ponto *P1*.

Na praça de alimentação *D*, o maior L_{Aeq} do ruído de ocupação avalia-se em 68,2 dB em *P3*, e o menor na localização *P1* com 65,8 dB, justificados pelo aumento de densidade ocupacional verificada da localização 1 para 3.

As praças de alimentação *C* e *D* correspondem, respectivamente, ao pior e melhor caso a respeito do ruído medido sem ocupação, com o maior e menor L_{Aeq} , de 54 e 45 dB (variação de 9 dB). Estas situações devem-se ao ruído das obras, da máquina frigorífica da gelataria, dos serviços de limpeza, cumulativamente à preparação de um evento, a afectar negativamente o ruído de fundo detectado pelo sonómetro em *C*. Já em *D*, apesar das obras, as medições foram razoavelmente distantes deste distúrbio sonoro, crescendo ao facto de não se notar nenhum ruído particular significativamente intenso, quando comparado com os outros casos.

Quanto ao ruído de ocupação, a praça de alimentação *B* apresenta-se como o caso mais problemático, em contrapartida a *D*, respectivamente através dos L_{Aeq} de 70 e 67 dB contabilizados. A variação do L_{Aeq} apresenta um intervalo mais restrito, de 3 dB, uma vez que, em todos os centros comerciais, no dia das medições neste regime, a densidade ocupacional era elevada, experienciando alguns ruídos em comum, como conversação, arrastamento de cadeiras. Relembre-se que em *B*, talvez por se tratar da praça de alimentação de menor área, nas posições medidas estava-se próximo dos acessos às escadas rolantes e zonas de ligação, locais onde se concentram mais pessoas, tudo fica mais concentrado, a combinar com a enorme densidade de ocupação que se fazia sentir. Mesmo tendo sido a medição mais próxima da hora do almoço, logo mais pessoas, à partida mais ruído, o centro comercial *D* foi o melhor caso, uma vez que é um espaço bastante amplo, onde as pessoas não tendem a concentrar-se tanto e o teto absorvente auxilia na diminuição do ruído ambiente (contrariamente ao caso *B* uma vez que não apresenta esta característica de material). Repare-se que a presença de música ambiente e do som da fonte de água ajudam a mascarar o ruído mais intenso da ocupação, pois tratam-se de fontes sonoras agradáveis e relaxantes, auxiliando a que os usuários façam o esforço de as ouvir em vez de produzir ruído.

Pelo Quadro 4, todos os casos estudados em regime de ocupação, ultrapassaram o valor ideal estimado de 55 dB(A) em cerca de 12 a 15 dB(A). Note-se ainda o intervalo respeitante à diferença entre o ruído de ocupação relativamente ao ruído sem ocupação, de 15 a 22 dB(A).

Finalizando, o L_{Aeq} do ruído sem ocupação em alguns casos foi fortemente influenciado por ruídos não correntes nem intrínsecos ao próprio espaço, como a exemplo, as pequenas obras e a preparação de um evento. Neste sentido, retirando estes ruídos “casuais”, é possível proceder a uma estimação próxima da variação dos L_{Aeq} do ruído com ocupação relativamente aos do ruído sem ocupação, tomando como modelo o L_{Aeq} médio global avaliado para o centro comercial *D* (melhor caso de estudo para o ruído medido sem ocupação). Considerando como referência os 45 dB como valor global do L_{Aeq} (sem ocupação) para todas as praças de alimentação estudadas, a variação entre o ruído detectado nos dois regimes aumentou (Quadro 5), uma vez que estando o espaço isento dos ruídos não correntes, o ruído de fundo reduz-se, contabilizando o sonómetro apenas os sinais sonoros inerentes e permanentes do

local. Assim, conclui-se que os centros comerciais em funcionamento fazem aumentar o ruído de fundo entre +22 a +25 dB(A) sobre o ruído sem ocupação.

Quadro 5 – Comparação dos valores médios globais dos L_{Aeq} , para as praças de alimentação A, B, C e D, do ruído de ocupação em relação ao menor ruído sem ocupação medido na amostra em estudo (* menor valor obtido nos 4 centros comerciais = valor de referência).

Praças de alimentação	L_{Aeq} (dB) - Valores médios		
	Com ocupação	Sem ocupação	$\Delta = [L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.}]$
A	69	45 *	24
B	70		25
C	68		23
D	67		22
$\Delta = [\text{máx.} - \text{mín.}]$	3	-	3

4 - CONCLUSÕES

Dos parâmetros acústicos mensurados resumem-se quantitativamente e qualitativamente no Quadro 6, os valores globais e a corresponde avaliação nas praças de alimentação estudadas.

Quadro 6 – Avaliação qualitativa e quantitativa dos valores globais do TR (s), L_{Aeq} (dB) e ΔL_{Aeq} (dB) (diferença relativamente aos 45 dB(A) de referência do menor ruído de fundo medido sem ocupação), com respectiva variação e valores ideais, nas praças de alimentação (A, B, C e D).

Centros Comerciais (Praças de alimentação)	TR [500; 1k; 2k Hz] (s)	Ruído de Ocupação (dB)		
		L_{Aeq}	$\Delta L_{Aeq} = [L_{c/ocup.} - L_{s/ocup.ref.}]$	
A	3,2 <i>PIOR</i>	69 -	24	
B	3,1 -	70 <i>PIOR</i>	25	
C	1,7 <i>MELHOR</i>	68 -	23	
D	2,8 -	67 <i>MELHOR</i>	22	
$\Delta = [\text{máx.} - \text{mín.}]$	1,5 -	3 -	3	
Valores ideais	1,0 – 1,2 -	≤ 55 -	-	

Os valores de TR permitem concluir que a praça de alimentação do centro comercial A exibiu o mais longo TR (3,2 s), correspondendo ao pior caso estudado na amostra (o piso de referência também ostentou o mais longo TR, de 3,1 s). A reverberação mais excessiva mediu-se nas bandas dos 500 a 2k Hz, frequências relacionadas com o domínio da palavra, o que pode desencadear dificuldades na inteligibilidade da mesma. Em contrapartida, a praça de alimentação C destacou-se por ser a melhor da amostra, uma vez que patenteou o menor valor do TR (1,7 s, também medido no piso de referência). A variação dos valores globais de TR nas áreas de restauração foi bastante significativa, uma vez que o pior caso diferiu do melhor em cerca de 1,5 s. Em relação aos valores do TR idealmente estabelecidos de 1,0 a 1,2 s, conclui-se que este parâmetro encontra-se, em todos os casos, muito acima do limite máximo, com menor e maior diferença nos casos C e A, respectivamente de 0,5 e 2,0 s, revelando-se assim uma grande tendência de sobreposição dos sons reflectidos aos sons directos.

Sobre o ruído de fundo, a praça de alimentação do centro comercial B, de L_{Aeq} de 70 dB com ocupação, apresentou-se como o pior caso estudado. Por outro lado, D, com o L_{Aeq} de 67 dB, foi o melhor caso. A variação do L_{Aeq} apresentou um intervalo restrito de 3 dB em regime de ocupação, explicado por no dia das medições, a densidade ocupacional ser elevada em todos os centros comerciais, experienciando alguns ruídos em comum. Todos os casos em regime de ocupação, ultrapassaram o valor máximo ideal de 55 dB(A), em cerca de 12 a 15 dB(A), por um lado expectável pela densidade ocupacional verificada, mas por outro alarmante. Atente-se que o nível do ruído de ocupação ostenta um valor bastante excessivo para o conforto acústico e

bem-estar de quem experiencia a atmosfera sonora nos centros comerciais, pelo que este parâmetro requer ponderação e controlo.

Não só pela sensação de desconforto e interacção na saúde humana, como também pela “incompatibilidade” relativamente à inteligibilidade da palavra, o ruído quando elevado torna o espaço acusticamente desfavorável, principalmente se se intensificar nas frequências de maior sensibilidade auditiva, entre cerca de 1k a 4k Hz.

A envolvente confinada a cada espaço tem um papel determinante na definição e finalidade acústica do mesmo. Nota-se, por este estudo, que as características da envolvente, desde a sua dimensão aos materiais de revestimento, em conjunto com os objectos locais intrínsecos, explicaram praticamente todas as conclusões retiradas. De todas as características, resumem-se as negativas: número de pisos, pé-direito e volume de dimensão considerável; configuração em galeria interligando os diferentes espaços do centro comercial, auxiliando na propagação do ruído; espaços de restauração de área reduzida, concentrando as pessoas e centralizando as actividades e acessos; revestimentos com materiais reflectores ou pouco absorventes (como cerâmicos, mármore ou azulejos) e superfícies em vidro; reduzida ou nula aplicação de materiais ou sistemas absorventes; máquinas e equipamentos ruidosos acusticamente pouco ou nada tratados; carrinhos com rolamentos não silenciosos e cadeiras e mesas com borrachas gastas ou sem elas, produzindo ruído quando arrastadas. Em contrapartida, as características positivas verificadas em alguns dos casos estudados, que também podem ser tomadas como sugestões de melhoria para futuros projectos e execução de centros comerciais, consistem: número de pisos, pé-direito e volume reduzidos; configuração espacial do tipo longos corredores, com pouca interacção entre os espaços; praças de alimentação amplas de forma a não aglomerar as pessoas, conseqüentemente o ruído. Outras particularidades favoráveis detectadas que, na ausência, podem igualmente tomar-se como propostas de intervenção, abarcam: tratamento acústico do ruído particular das máquinas e equipamentos através de sistemas de refrigeração/ventilação/outros mais silenciosos; presença de borrachas nas pernas das mesas e cadeiras; rolamentos silenciosos nos carrinhos; e, principalmente, inexistência ou menor aplicação de materiais reflectores em detrimento dos absorventes, a exemplo, painéis perfurados e/ou *baffles* (sistemas absorsores suspensos) no tecto, materiais porosos e fibrosos nos objectos de decoração (tecidos, almofadados) e nas paredes (aglomerados de fibras de madeira, etc.), bem como mais recantos com sofás e alcatifas. Note-se que estes e tantos outros exemplos podem ser considerados para as devidas correcções acústicas.

Por conseguinte, objectiva-se sucintamente: diminuir a reverberação do espaço, concretamente as reflexões acústicas, realçando o som directo, através do tipo e forma das superfícies e volume dos centros comerciais; aumentar a absorção sonora e minorar os efeitos das fontes ruidosas, de modo reduzir o ruído ambiente. Realça-se que a absorção sonora da envolvente está na base dos melhores resultados da caracterização acústica dos centros comerciais deste estudo. Todos estes factores equilibrados caminham para uma melhor inteligibilidade da palavra, uma melhor qualidade e conforto do espaço, consentindo a que os usuários passem mais tempos nos centros comerciais.

De todas as exigências construtivas que um determinado local acarreta, talvez a mais ignorada é a própria acústica, pois por incoerência a estética tende quase sempre a sobrepor-se. Contudo, são estas atitudes que não podem acontecer. Um espaço acusticamente mau tem menos clientes do que outro melhor idealizado e concretizado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Cláudia F. R. T. Pereira, *Caracterização acústica de grandes centros comerciais - Centros comerciais do Grande Porto*. Dissertação de Mestrado MIEC, FEUP, 2015.