

Contributo para a avaliação da qualidade acústica de Casas de Fado

Vitor Rosão¹, Octávio Inácio²

¹SCHIU, Engenharia de Vibração e Ruído, Unip. Lda.

vitorrosao@schiu.com

²Laboratório de Acústica Musical – Unidade de Investigação da Escola Superior de Música, Artes e Espetáculo do Instituto Politécnico do Porto

octavioinacio@esmae-ipp.pt

Resumo

Apesar de o Fado ser, desde Novembro de 2011, Património Imaterial da Humanidade, não se conhecem estudos científicos de confrontação entre os resultados de medições acústicas *in situ* e a opinião de utilizadores de Casas de Fado sobre a respetiva qualidade acústica dos espaços. Nestas circunstâncias considerou-se adequado e relevante procurar desenvolver um estudo que pudesse contribuir para a determinação de valores objetivos adequados e direcionados para a especificidade acústica das Casas de Fado. Com base em medições acústicas *in situ* e na auscultação sobre a opinião da respetiva qualidade acústica das salas a pessoas deste meio, assim como consulta da bibliografia da qualidade acústica geral de salas de espetáculo, pretendeu-se avaliar a adequabilidade, ou inadequabilidade, dos requisitos legais atualmente em vigor e aplicáveis, não especificamente a Casas de Fado, mas no geral a Recintos Públicos de Restauração e a Casas de Espetáculo.

Palavras-chave: Acústica de Salas; Casas de Fado.

Abstract

Despite the fact that Fado has been considered since November 2011 an Intangible Cultural Heritage of Humanity, there are no known scientific studies of confrontation between the results of *in situ* acoustical measurements and the opinion of users of Fado Houses on this acoustical quality. Thus, it was considered appropriate and relevant to develop a study that could contribute to the determination of appropriate values targeted to the specificity of Fado Houses. This research was based on *in situ* acoustical measurements and questionnaires about the acoustical quality of these performance spaces, as well the relevant bibliography on acoustic quality of halls. This will enable to assess the suitability, or unsuitability, of the legal requirements currently in force and not specifically applicable to Fado Houses, but to Restaurants and Halls in general.

Keywords: room acoustics; Fado Houses.

PACS no. 43.55.Br, 43.55.Gx, 43.55.Hy

1 Introdução

Uma vez que não constam na bibliografia científica disponível estudos de confrontação entre os resultados de medições acústicas *in situ* e a opinião de utilizadores de Casas de Fado sobre a respetiva qualidade acústica dos espaços, considerou-se adequado e relevante procurar desenvolver um estudo

que pudesse analisar em particular as características acústicas de Casas de Fado e contribuir para a determinação de valores objetivos adequados e direcionados para a especificidade acústica deste tipo de salas de espetáculo, tanto mais que o Fado é presentemente, desde Novembro de 2011, Património Imaterial da Humanidade.

Este trabalho insere-se em dissertação de Mestrado em Engenharia Física na Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa.

2 Parâmetros utilizados

Existe atualmente consenso [1] relativamente à necessidade de utilização de outros parâmetros, para além do Tempo de Reverberação, para uma caracterização mais completa da qualidade acústica dos espaços fechados destinados a um determinado fim.

Apesar de a norma EN ISO 3382-1 2[1] utilizar o termo “novo” para estes parâmetros, optou-se por utilizar a designação “complementares” no presente trabalho, pois a maioria desses parâmetros já possuem referências bibliográficas significativamente antigas [2-5]. Estes parâmetros “complementares” indicados no Anexo A da EN ISO 3382-1 [1] são descritos nos seguintes parágrafos (de notar que uma vez que não existe ainda tradução para Português desta norma, optou-se por manter a designação Inglesa e efetuar a tradução julgada mais adequada), onde se dá uma indicação da característica subjetiva associada a cada um desses parâmetros [1]:

Parâmetro (inglês)	Simbologia	Tradução para português	Característica subjetiva
<i>Sound Strength</i>	G	Amplificação Acústica ¹	Sensação de reforço sonoro dado pela sala
<i>Early Decay Time</i>	EDT	Tempo de Decaimento Inicial	Reverberação apercebida ao longo da performance musical
<i>Clarity</i>	C_{80}	Clareza ²	Clareza do discurso musical
<i>Definition</i>	D_{50}	Definição	Definição do discurso falado
<i>Centre Time</i>	T_S	Tempo Central	-
<i>Early Lateral Energy Fraction</i>	J_{LF} ou J_{LFC}	Fração de Energia Lateral Inicial	Largura aparente da fonte
<i>Late Lateral Sound Level</i>	L_J	Nível Sonoro Lateral Final	Sensação de envolvimento do ouvinte

Dos parâmetros referidos, indicados na EN ISO 3382-1 [1], apenas os 5 primeiros – conjuntamente com o Tempo de Reverberação – serão utilizados no presente trabalho, por razões de indisponibilidade da instrumentação necessária para a caracterização dos restantes parâmetros.

¹ O termo *Sound Strength* reveste-se de alguma dificuldade de tradução. No entanto, pretendendo-se que o termo expresse a capacidade que a sala tem de reforçar ou amplificar o som produzido pelas fontes sonoras em relação a um espaço aberto, achou-se possível a utilização da expressão “amplificação acústica” para clarificar que o reforço sonoro é acústico e não electroacústico.

² O termo *Clarity* tem sido frequentemente traduzido em diversos textos técnicos ligados à Acústica pela palavra “claridade”. No entanto, uma tradução adequada deve expressar a noção de nitidez ou distinção de notas musicais tocadas em curtos intervalos de tempo consecutivos. A palavra “clareza” é frequentemente usada no meio musical português para designar precisamente estes aspetos. A palavra “claridade” que não é de todo utilizada neste sentido podendo estar sim associada ao timbre, nomeadamente à energia sonora presente a altas frequências.

De referir que existem outros parâmetros associados a outras características subjetivas [6], contudo optou-se por caracterizar apenas os parâmetros referidos e que se encontram definidos de forma mais completa no Anexo A da EN ISO 3382-1 [1] e no capítulo 2.1.

2.1 Definições e fórmulas utilizadas

Salienta-se que as expressões constantes no Anexo A da EN ISO 3382-1 [1] possuem a forma integral associada aos valores da pressão sonora instantânea, contudo o seu cálculo foi efetuado de forma discreta (não contínua) através do uso do Nível de Pressão Sonora L_i de 5 em 5 ms, pelo que no subcapítulo seguinte são apresentados os Somatórios associados ao cálculo de cada um dos parâmetros envolvendo os Níveis de Pressão Sonora L_i (5 em 5 ms). Alguns dos integrais em causa envolvem o cálculo até ao infinito, o que em termos práticos significa um cálculo até ao decaimento possuir um valor 35 dB abaixo do valor máximo inicial [7], pelo que nas expressões dos Somatórios o infinito é substituído por t_{35} .

2.1.1 Tempo de Reverberação

O Tempo de Reverberação corresponde ao tempo que o som, no interior de uma sala, depois de atingido o estado estacionário e depois de desligada a fonte, demora a decair 60 dB (T_{60}). Em termos práticos como pode ser difícil conseguir um decaimento de 60 dB, é usual determinar o Tempo de Reverberação com base num decaimento de 30 dB (multiplicando o respetivo tempo por 2, para cálculo do T_{60}) ou num decaimento de 20 dB (multiplicando o tempo por 3, para cálculo do T_{60}), assumindo portanto um decaimento linear do nível de pressão sonora. Estes valores, já multiplicados pelas respetivas constantes para cálculo do T_{60} , passam a ser designados respetivamente por T_{30} e T_{20} . No presente trabalho será utilizado o T_{20} .

O método de cálculo do Tempo de Reverberação através da interrupção do som de uma fonte sonora depois de atingido o estado estacionário, é designado por *Método do Ruído Interrompido* [1,8]. Podem utilizar-se também outros métodos, nomeadamente o *Método da Resposta Impulsiva Integrada* [1,8].

Salienta-se que, na realidade, o decaimento do nível de pressão sonora não é perfeitamente linear, sendo necessário traçar a melhor reta que se ajuste ao decaimento registado, através do *Método dos Mínimos Quadrados* [8]. Salienta-se também que está definido nas normas [1,8], que a determinação da regressão linear deve ocorrer apenas para valores 5 dB abaixo do valor máximo (valor inicial) e 10 dB acima do Ruído de Fundo.

2.1.2 Sound Strength (G) - Amplificação Acústica

A *Amplificação Acústica* G , num dado Ponto de Medição PM da sala, pode ser escrito da seguinte forma [1]:

$$G = L_{PM} - L_{PM10,CL} \quad (1)$$

onde L_{PM} é o Nível de Pressão Sonora no ponto em avaliação, quando é colocada em funcionamento constante (Potência Sonora constante) uma Fonte Omnidirecional, e $L_{PM10,CL}$ o Nível de Pressão Sonora a 10 metros da fonte, se ela estivesse a emitir, com a mesma Potência Sonora, em Campo Livre.

2.1.3 Early Decay Time (EDT) - Tempo de Decaimento Inicial

O *Tempo de Decaimento Inicial (EDT)* deve ser avaliado através do declive do decaimento sonoro da resposta impulsiva integrada da sala, entre 0 dB e -10 dB (não entre -5 dB e -25 dB como ocorre, por exemplo, para o T_{20} ; ver capítulo 2.1.1).

2.1.4 Clarity (C_{80}) - Clareza

O parâmetro *Clareza* C_{80} (unidade [dB]), enquadra-se na tipologia de parâmetros de balanço energético inicial-final, sendo expresso da seguinte forma [1]:

$$C_{80} = 10 \log \left(\frac{\sum_{i=0}^{0,080} 10^{\frac{L_i}{10}}}{\sum_{i=0,080}^{t_{35}} 10^{\frac{L_i}{10}}} \right) \quad (2)$$

onde o valor 80, corresponde a um tempo de 80 ms (0,080 s), e L_i aos diferentes valores discretos do Nível de Pressão Sonora da resposta impulsiva (de notar que é da resposta impulsiva, e não da resposta impulsiva integrada como acontece em T_{20} e EDT), da sala num determinado ponto.

2.1.5 Definition (D_{50}) -Definição

O parâmetro *Definição* D_{50} (sem unidade), enquadra-se também na tipologia de parâmetros de balanço energético inicial-final, sendo expresso da seguinte forma [1]:

$$D_{50} = \frac{\sum_{i=0}^{0,050} 10^{\frac{L_i}{10}}}{\sum_{i=0}^{t_{35}} 10^{\frac{L_i}{10}}} \quad (3)$$

onde o valor 50, corresponde a um tempo de 50 ms (0,050 s), e L_i aos diferentes valores discretos do Nível de Pressão Sonora da resposta impulsiva (de notar que é da resposta impulsiva, como em C_{80} , e não da resposta impulsiva integrada como acontece em T_{20} e EDT) da sala num determinado ponto.

2.1.6 Centre Time (T_S) - Tempo Central

O parâmetro *Tempo Central* T_S (unidade ms), enquadra-se também na tipologia de parâmetros de balanço energético inicial-final, e corresponde ao tempo do centro de gravidade da resposta impulsiva, sendo expresso da seguinte forma [1]:

$$T_S = \frac{\sum_{i=0}^{t_{35}} t_i \times 10^{\frac{L_i}{10}}}{\sum_{i=0}^{t_{35}} 10^{\frac{L_i}{10}}} \quad (4)$$

onde L_i corresponde aos diferentes valores discretos do Nível de Pressão Sonora da resposta impulsiva (de notar que é da resposta impulsiva, como em C_{80} e D_{50} , e não da resposta impulsiva integrada como acontece em T_{20} e EDT) da sala num determinado ponto.

3 Valores aconselháveis

Analisa-se nos subcapítulos seguintes os valores recomendados pela bibliografia disponível para os parâmetros objetivos que são considerados no presente trabalho (Tempo de Reverberação e parâmetros complementares), e procura-se deduzir/antecipar, em conformidade, os valores recomendáveis para Casas de Fados, e/ou algumas condicionantes associadas.

3.1 Tempo de Reverberação

Sendo o Tempo de Reverberação o parâmetro objetivo pioneiro de caracterização da qualidade acústica de salas possui naturalmente uma bibliografia mais extensa relativamente a valores recomendados para diferentes tipos de uso.

Da bibliografia consultada afigura-se adequado explicitar as seguintes exigências legais e/ou recomendações associadas ao Tempo de Reverberação, as quais são resumidas e apresentadas em

conjunto na Figura 1 (normalmente as casas de Fado não possuem um Volume muito elevado, pelo que se considerou suficiente e adequado cingir o gráfico da Figura 1 a Volumes até 500 m³):

1. DL 96/2008 [10]:

1.1. Alínea c) do n.º 1 do Artigo 6.º:

No interior de Refeitórios ou Recintos Públicos de Restauração, e no interior de Escritórios ($V \geq 100 \text{ m}^3$), considerados mobilados normalmente e sem ocupação, o Tempo de Reverberação, correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deverá satisfazer a seguinte condição (onde V é o volume interior do espaço; ver série 1.1 na Figura 1):

$$T_{60} \leq 0,15V^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

1.2. Alínea a) do n.º 1 do Artigo 10.ºA:

Os recintos cuja principal valência corresponda a atividades assentes na oratória, nomeadamente de auditórios, salas de conferência e salas polivalentes, e nas salas de cinema, estão sujeitos ao seguinte requisito de Tempo de Reverberação (ver série 1.2 na Figura 1):

$$T_{60} \leq 0,12V^{\frac{1}{3}}, \text{ se } V < 250 \text{ m}^3 \quad (6)$$

$$T_{60} \leq 0,32 + 0,17 \log(V), \text{ se } 250 \leq V < 9000 \text{ m}^3 \quad (7)$$

2. Página 129 do livro [17].

2.1. Sala de espetáculos musicais (ver série 2.1 na Figura 1).

2.2. Auditório (ver série 2.2 na Figura 1).

3. Equação 4b do artigo [6] (ver série 3 na Figura 1):

$$\log(T_{60}) = 0,21 \log(V) - 0,55 \Leftrightarrow T_{60} \approx 0,28 \times V^{0,21} \quad (8)$$

4. Página 175 do livro [18]:

4.1. Sala de concertos (ver série 4.1 na Figura 1).

4.2. Cinema (ver série 4.2 na Figura 1).

Analisando a Figura 1 verifica-se que, no geral, são recomendados valores maiores de Tempo de Reverberação para música e para espaços com maior volume, e valores menores de Tempo de Reverberação para palavra e para espaços com menor volume.

Sendo o Fado um estilo em que pode ser relevante perceber nitidamente a palavra cantada, ou falada, pelo Fadista, será recomendável, nesta perspetiva, um Tempo de Reverberação não muito elevado (mais próximo das curvas mínimas da Figura 1). Sendo também o Fado um estilo em que pode ser relevante sentir a vivacidade na música tocada pelos instrumentos (normalmente Guitarra e Viola de Fado), será recomendável, nesta perspetiva, um Tempo de Reverberação mais elevado (mais próximo da curva máxima da Figura 1), para que a Sala (para que a música) não aparente estar morta/seca [6]. Por outro lado, o caráter virtuoso e “rendilhado” dos solos de guitarra portuguesa implicam uma elevada clareza, o que se pode contrapor a um tempo de reverberação elevado.

Face ao enunciado, é exetável, à partida, que os valores de Tempo de Reverberação recomendáveis para Casas de Fado, se encontrem algures entre as curvas mínimas e a curva máxima da Figura 1.

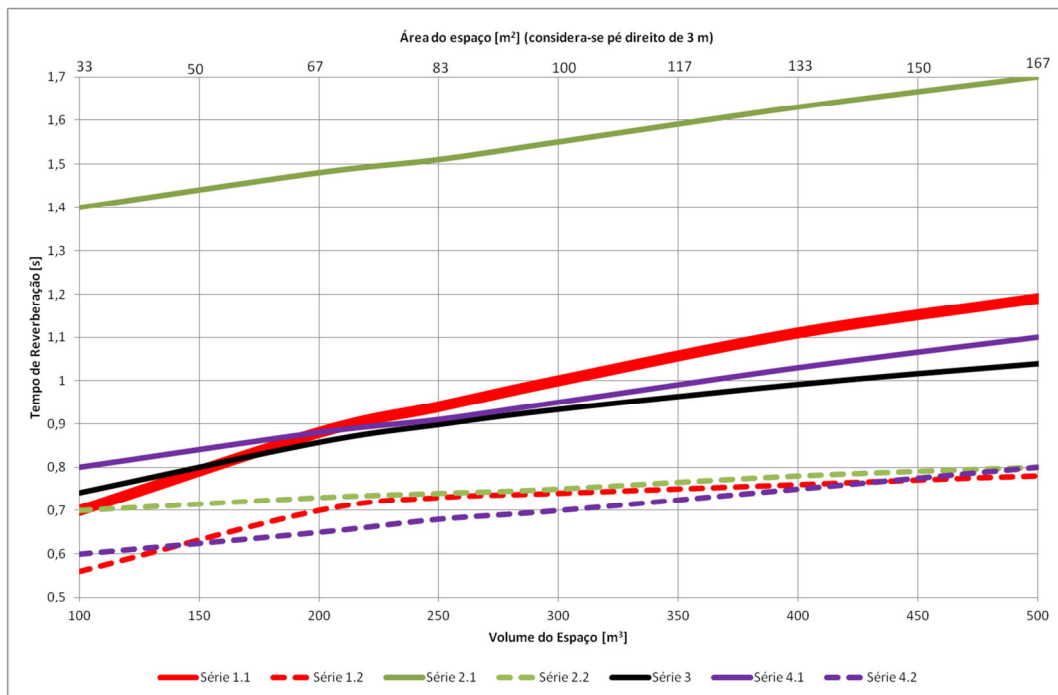


Figura 1 – Valores recomendados na Bibliografia para o Tempo de Reverberação

Considera-se ser de salientar que algumas Casas de Fado (talvez a maioria) correspondem a espaços de Restauração, pelo que, em sentido estrito, deverão cumprir o estabelecido na alínea c) do n.º 1 do Artigo 6.º do DL 96/2008 [10]. Este limite da legislação prende-se em grande medida com o ruído excessivo que pode ocorrer num espaço de restauração com muitos utentes, todos a falar ao mesmo tempo, sem disciplina de emissão sonora. Como algumas Casas de Fado possuem um ambiente mais intimista, é menor a probabilidade de uma emissão sonora excessiva, pelo que, do ponto de vista da qualidade acústica do Fado, poderão ser aceitáveis/recomendáveis Tempos de Reverberação superiores aos estabelecidos na legislação (ver capítulo 4.2).

3.2 Parâmetros complementares

Apresentam-se na Tabela 1 valores típicos indicados na Tabela A.1 da EN ISO 3382-1 [1], e outras recomendações encontradas na bibliografia indicada.

Tabela 1: Valores recomendados na Bibliografia para os parâmetros complementares

Bibliografia	Valores típicos/recomendados				
	Amplificação Acústica G [dB]	Tempo de Decaimento Inicial EDT [s]	Clareza C_{80} [dB]	Definição D_{50} (sem unidade)	Tempo Central T_S [ms]
EN ISO 3382-1	-2 a +10	1,0 a 3,0	-5 a +5	0,3 a 0,7	60 a 260
Outra	15,5 a 18,0 [11]* 7 a 13 [12]♣	1,21 a 2,54 [13]♣ 1,36 a 2,51 [14]♦	2,1 a 3,1 [11]* > 4 [15]	> 0,38 [16] •	≤ 130 [16]

* Os limites expostos foram extraídos da Tabela 1 da referência [11], para volumes entre 400 e 800 m³, sendo os maiores valores aplicáveis a volumes mais pequenos.

♣ Os limites expostos foram extraídos da Figura 4 da referência [12], para volumes menores do que 500 m³, sendo os maiores valores de G aplicáveis a volumes mais pequenos.

♣ Os limites expostos foram extraídos da Tabela 1 da referência [13], onde o volume mais baixo é 1070 m³.

♦ Os limites expostos foram extraídos da Tabela 1 da referência [14], onde o volume mais baixo é 8221 m³.

- O critério exposto para D_{50} é deduzido a partir do critério bibliográfico [16] para C_{50} , tendo em conta a expressão A.12 da EN ISO 3382-1 [1].

Analisam-se, nos subcapítulos seguintes, os valores explicitados na Tabela 1 para cada um dos parâmetros “complementares”, e procuram-se antecipar valores típicos/recomendáveis para Casas de Fado.

3.2.1 Amplificação Acústica (G)

De acordo com a definição do parâmetro G (ver capítulo 2.1.2), se o mesmo possuir um valor de 0 dB, significará que o ouvinte escutará a fonte sonora como se estivesse em campo livre a 10 metros dessa fonte. Tendo em conta que um aumento de 6 dB significa passar para metade da distância, e uma diminuição de 6 dB, significa passar para o dobro da distância (fonte esférica em campo livre), então um valor de 6 dB para G , significará que o ouvinte escutará a fonte sonora como se estivesse em campo livre a 5 metros dessa fonte, e um valor de -6 dB para G , significará que o ouvinte ouvirá a fonte sonora como se estivesse em campo livre a 20 metros dessa fonte. De igual modo valores de 12 dB, 18 dB e 24 dB, para G , significam, respetivamente, que o ouvinte escutará a fonte sonora como se estivesse em campo livre a 2,5, 1,25 e 0,625 metros dessa fonte.

Quando a fonte sonora possui elevada potência (por exemplo uma grande orquestra), não é grave ocorrerem valores reduzidos (ou mesmo negativos) para G , podendo inclusive ser desagradável e desaconselhável valores elevados de G (por exemplo a referência [16] refere ser recomendável, para grandes orquestras, valores de G menores do que 5 dB).

No caso do Fado, como a fonte sonora típica (Fadista, Guitarrista e Viola) não possui elevada potência, são, à partida, desejáveis maiores valores de G nas Casas de Fado, eventualmente superiores a 10 dB (ver capítulo 4.2).

3.2.2 Tempo de Decaimento Inicial (EDT)

Como a informação bibliográfica disponível aplica-se sobretudo a espaços com grandes volumes (grandes salas de concerto), e uma vez que o Tempo de Reverberação, e subsequentemente o EDT , decrescem com o volume do espaço (ver capítulo 2.5.2), é provável que, na prática se possam encontrar valores de EDT menores do que 1 s (ver capítulo 4.2). Contudo, como existe uma relação direta entre o Nível de Pressão Sonora e o Tempo de Reverberação, e podem ser convenientes maiores valores de G (como se explicou no subcapítulo anterior), poderão também ser, à partida, convenientes/desejáveis valores de Tempo de Reverberação mais elevados, desde que se cumpra um bom compromisso de Clareza e Definição da palavra e da música (ver capítulo 2 e subcapítulos seguintes).

3.2.3 Clareza (C_{80})

O parâmetro *Clareza* está associado à distinção clara de notas musicais sucessivas apercebida pelos ouvintes, sendo essa clareza tanto melhor quanto maior for o valor de C_{80} . Como as Casas de Fado possuem, tipicamente, volumes não muito elevados, é provável, à partida, a possibilidade de valores elevados de C_{80} (eventualmente superiores a 5 dB; ver capítulo 4.2), sem que ocorram Tempos de Reverberação demasiado baixos (sem que seja necessária muita absorção sonora no espaço), que poderiam comprometer a Amplificação Acústica do espaço.

3.2.4 Definição (D_{50})

O parâmetro *Definição* está associado à definição do discurso falado a percebida pelos ouvintes, sendo essa definição tanto melhor quanto maior for o valor de D_{50} . Conforme referido anteriormente, para C_{80} , como as Casas de Fado possuem, tipicamente, volumes não muito elevados, é provável, à partida, a possibilidade de valores elevados de D_{50} (eventualmente superiores a 0,7; ver capítulo 4.2), sem que ocorram Tempos de Reverberação demasiado baixos (sem que seja necessária muita absorção sonora no espaço), que poderiam comprometer a Amplificação Acústica do espaço.

3.2.5 Tempo Central (T_S)

O parâmetro *Tempo Central* está associado à perceptibilidade da dinâmica da palavra cantada e da música (clareza; definição), sendo essa perceptibilidade tanto melhor quanto menor for o valor de T_S . Conforme referido anteriormente, para C_{80} e para D_{50} , como as Casas de Fado possuem, tipicamente, volumes não muito elevados, é provável, à partida, a possibilidade de valores reduzidos de T_S (eventualmente menores do que 60 ms; ver capítulo 4.2) sem que ocorram Tempos de Reverberação demasiado baixos.

4 Resultados obtidos

Apresentam-se nos subcapítulos seguintes os resultados obtidos no questionário desenvolvido e nas medições efetuadas (foram utilizados dois sonómetros de classe 1 da marca 01 dB, modelo SOLO, propriedade da empresa SCHIU, e os decaimentos foram obtidos através do rebentamento de balões³).

4.1 Questionário

Foi elaborado um questionário com as seguintes perguntas principais, disponível no *site* :
<https://docs.google.com/spreadsheets/viewform?formkey=dDZzZWVhTE0xRjFUY3FER09oa1N5bmc6MQ#gid=0>

“Qual a importância que atribui à Acústica das Casas de Fado? (Nada Importante; Pouco Importante; Importante; Muito Importante)”.

“Das Casas de Fado que conhece indique pelo menos 1 e no máximo 3 que considere terem Más condições acústicas e, em cada caso, a principal razão da escolha (ruído exterior, ruído interior, reverberação, outra razão)”.

“Das Casas de Fado que conhece indique pelo menos 1 e no máximo 3 que considere terem Médias condições acústicas e, em cada caso, a principal razão da escolha (ruído exterior, ruído interior, reverberação, outra razão)”.

“Das Casas de Fado que conhece indique pelo menos 1 e no máximo 3 que considere terem Boas condições acústicas e, em cada caso, a principal razão da escolha (ruído exterior, ruído interior, reverberação, outra razão)”.

³ Este método apresenta diversas desvantagens, desde a impossibilidade de obtenção de rebentamentos iguais para diferentes medições até à fraca relação sinal/ruído em toda a gama espectral. No entanto, para este estudo preliminar, considerando-se o equipamento disponível as vantagens em termos práticos superaram as desvantagens descritas

Até ao momento obtiveram-se 3 respostas que identificaram as seguintes 11 Casas de Fado, ordenadas por ordem alfabética:

- Adegas Machado; Café Luso; Faia; Fermentação; Fora de Moda; Já disse; Marquês da Sé; Mesa de Frades; Nicola; O Timpanas; Sr. Vinho.

Por razões associadas à subjetividade e valorização própria inerente às classificações atribuídas, tendo ocorrido por enquanto ainda poucas repostas ao questionário, e tratando-se dum estudo inicial em que são naturais maiores incertezas nas correlações atribuídas, afigurou-se adequado ocultar as classificações atribuídas no questionário.

Procurou-se caracterizar *in situ*, através de medições, Casas de Fado com melhor e pior classificação no questionário. Contudo, dada a ausência de resposta/autorização à realização de medições em algumas das Casas de Fado referidas, apenas foi possível realizar medições em 5 dessas casas. As casas onde foi possível realizar medições correspondem a casas com Média a Boa classificação no questionário, pelo que os resultados obtidos nas medições que se apresentam no subcapítulo seguinte, são representativos de Casas com condições acústicas consideradas Médias ou Boas.

4.2 Medição

De forma a ocultar as 5 Casas de Fado onde se realizaram medições e a classificação associada do questionário, denominam-se as mesmas pelas letras A a E, sendo a Casa A a que possui melhor classificação e a Casa E a que possui pior classificação no Questionário.

Apresentam-se na Tabela 2 os resultados obtidos nas medições *in situ*.

Tabela 2: Resultados obtidos nas medições *in situ*

Casa de Fado Volume [m ³] (Tempo de Reverberação Limite [s])	T_{20} [s] Desv. Pad.	G [dB] Desv. Pad.	EDT [s] Desv. Pad.	C_{80} [dB] Desv. Pad.	D_{50} [sem unidades] Desv. Pad.	T_5 [ms] Desv. Pad.
Casa A 261 (0,96*, 0,73**)	0,86 0,040 (5%)	29 2,1 (7%)	0,85 0,059 (7%)	5 1,1 (22%)	0,6 0,07 (12%)	55 6,9 (13%)
Casa B 204 (0,88*, 0,71**)	0,96 0,033 (3%)	21 1,9 (9%)	0,95 0,074 (8%)	4 0,8 (21%)	0,6 0,06 (10%)	64 5,5 (9%)
Casa C 332 (1,04*, 0,75*)	0,70 0,037 (5%)	20 2,2 (11%)	0,69 0,148 (21%)	7 2,4 (36%)	0,7 0,11 (16%)	44 12,6 (29%)
Casa D 752 (1,36*, 0,81**)	0,67 0,048 (7%)	26 3,8 (15%)	0,66 0,102 (16%)	7 1,9 (26%)	0,7 0,10 (14%)	41 10,2 (25%)
Casa E 308 (1,01*, 0,74*)	0,70 0,068 (10%)	28 3,3 (12%)	0,68 0,123 (18%)	7 1,9 (28%)	0,7 0,09 (13%)	43 10,3 (24%)
Máximo	0,96 0,068 (10%)	29 3,8 (15%)	0,95 0,148 (21%)	7 2,4 (36%)	0,7 0,11 (16%)	64 12,6 (29%)
Mínimo	0,67 0,033 (3%)	20 1,9 (7%)	0,66 0,059 (7%)	4 0,8 (21%)	0,6 0,06 (10%)	41 5,5 (9%)

* Limite legal da alínea c) do n.º 1 do Artigo 6.º do DL 96/2008 [10].

** Limite legal da alínea a) do n.º 1 do Artigo 10.ºA do DL 96/2008 [10].

Analisando os resultados verifica-se o seguinte:

- T_{20} e EDT :

É muito pequena a diferença entre T_{20} e EDT em todas as Casas de Fado caracterizadas, variando os valores medidos entre 0,66 s e 0,96 s, ou seja, valores inferiores, como era expectável, ao valor mínimo típico indicado para EDT na Tabela 1. As 2 Casas de Fado com

melhor classificação no questionário têm valores de T_{20} e EDT mais próximos, ou acima, do limite legal da alínea c) do n.º 1 do Artigo 6.º do DL 96/2008 [10]. As restantes Casas de Fado têm valores de T_{20} e EDT inferiores ao limite legal da alínea a) do n.º 1 do Artigo 10.ºA do DL 96/2008 [10], o que pode indiciar Tempos de Reverberação demasiado baixos (maior absorção sonora), e possuem também uma maior dispersão (maior desvio padrão) para EDT .

- G :
Os valores de G obtidos variam entre 20 e 29 dB, ou seja, são valores significativamente superiores ao máximo (10 dB) constante na Tabela 1, como seria expectável. A Casa de Fado com melhor classificação é a que possui maior valor de G , contudo a 2.ª classificada possui um valor de G próximo do valor mínimo. De destacar o fato da classificação atribuída ser relativamente coincidente com os valores do desvio padrão de G , ou seja, quanto menor o desvio padrão maior a classificação atribuída no questionário.
- C_{80} :
Os valores de C_{80} obtidos variam entre 4 e 7 dB, ou seja, são próximos ou superiores ao valor máximo típico de 5 dB constante na Tabela 1. As Casas de Fado melhor classificadas são as que possuem menores valores de C_{80} , o que pode indiciar excesso de absorção sonora nas Casas de Fado com menor classificação no questionário.
- D_{50} :
Os valores de D_{50} obtidos variam muito pouco, entre 0,6 e 0,7 dB, e encontram-se próximos do valor máximo típico constante na Tabela 1. As Casas de Fado melhor classificadas possuem menores valores de desvio padrão para D_{50} .
- T_S :
Os valores de T_S obtidos variam entre 41 e 64 ms, portanto menores ou próximos do valor mínimo típico constante na Tabela 1. As Casas de Fado melhor classificadas possuem maiores valores de T_S .

5 Conclusões

Ainda que a percepção musical, no geral e em particular no caso do Fado, seja muito subjetiva, existem características mais ou menos consensuais e objetivas que levam a que se considere um determinado espaço como tendo boas ou más condições acústicas para a prática de Fado. De forma complementar, daqui se depreende que será impossível encontrar um único valor ideal, mas apenas possível, e desejável, encontrar uma gama de valores recomendáveis, que a serem verificados tornem mais provável a percepção subjetiva de uma boa qualidade acústica.

Ainda que o trabalho realizado não permita tirar conclusões definitivas, uma vez que se trata de um estudo inicial e são ainda poucas as respostas obtidas ao questionário, e apenas foi possível realizar medições em Casas de Fado com condições acústicas consideradas Boas ou Médias, julga-se que o estudo desenvolvido permite identificar desde já alguns aspetos julgados relevantes e que se destacam:

1. Aparenta existir uma preferência por Tempos de Reverberação mais elevados, tendo ocorrido inclusive um caso em que os valores obtidos são superiores aos limites legais da alínea c) do n.º 1 do Artigo 6.º do DL 96/2008 [10].
2. Aparenta existir correlação entre a qualidade acústica apercebida e os valores do desvio padrão dos parâmetros objetivos analisados: menor desvio padrão melhor qualidade acústica.
3. Os valores de G , de C_{80} e de D_{50} obtidos, são próximos ou superiores (muito superiores no caso de G) aos valores máximos típicos constantes na Tabela A.1 da EN ISO 3382-1 [1]. Os valores de EDT e T_S obtidos, são próximos ou inferiores aos valores mínimos típicos constantes na Tabela A.1 da EN ISO 3382-1 [1]. Isto deverá ser devidamente ponderado pelo

tradutor desta norma para Português, na medida em que a mesma se aplica a Casas de Espetáculo (*Performance Spaces*), e as Casas de Fado correspondem a Casas de Espetáculo.

Ainda que não tenha sido possível obter valores representativos do Ruído de Fundo, uma vez que as medições foram realizadas sem público na sala e durante o dia (durante a noite existe normalmente mais movimentação de pessoas nas ruas nas zonas onde as Casas de Fado se inserem), afigura-se adequado salientar que os questionários revelaram este como um dos principais parâmetros acústicos com influência na qualidade acústica das Casas de Fado. Este facto indicia também a eventual necessidade de uma adequada ponderação deste aspeto por parte dos projetista de Casas de Fado, uma vez que as medições não representativas efetuadas – provavelmente minimalistas, pelas razões referidas – revelam valores de Ruído de Fundo superiores aos estabelecidos no n.º 3 e no n.º 5 do Artigo 10.ºA do DL 96/2008 [10]. Estes níveis, superiores a 30 dB(A), devem-se sobretudo ao ruído do funcionamento de arcas frigoríficas, conforme se evidencia na Figura 2, com um exemplo de um decaimento obtido (Resposta Impulsiva (RI); Resposta Impulsiva Integrada (RII)), onde são explicitados os vários parâmetros, correspondendo o Ruído de Fundo aos valores parte final (horizontal) do decaimento.

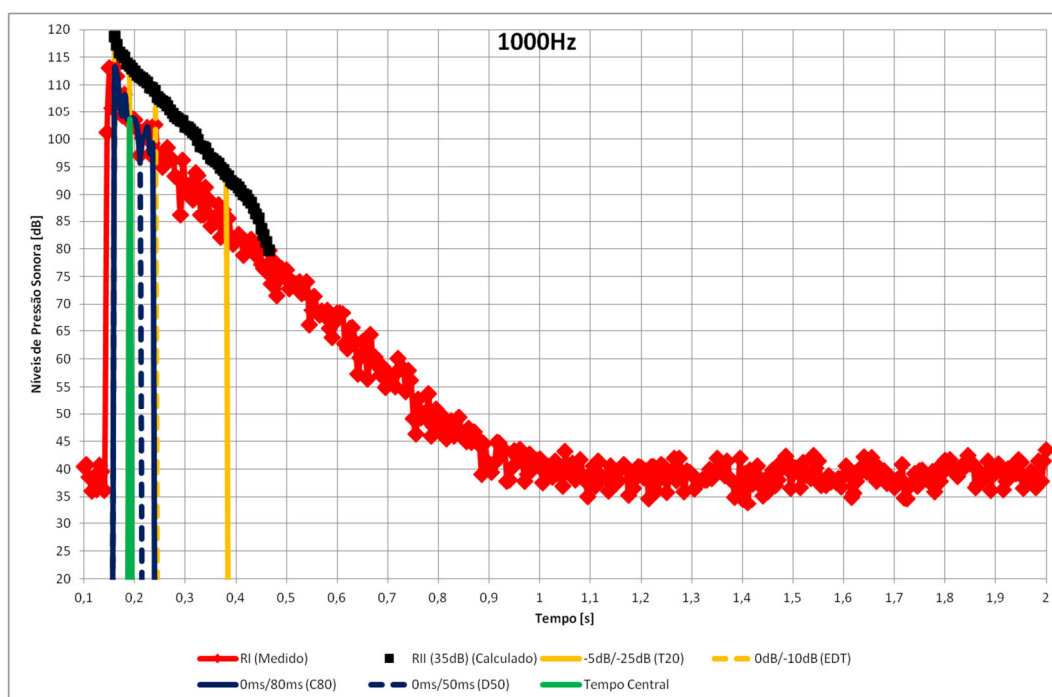


Figura 2 – Exemplo de um decaimento obtido (o Ruído de Fundo corresponde à parte final do decaimento)

Agradecimentos

Agradece-se à Prof.^a Doutora Margarida Godinho, coordenadora do Mestrado em Engenharia Física da Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa. Agradece-se ao “Museu do Fado”, em especial a Sofia Bicho e a Susana Costa, pela sua disponibilidade e cuidado no fornecimento de contatos de alguns nomes relevantes do Fado, para que fosse possível fazer chegar até eles o Questionário elaborado. Agradece-se a Vítor Marceneiro a disponibilidade e opinião fundamentada sobre a acústica das Casas de Fado. Agradece-se a Ana Roque (amiga e fadista preferida de Vítor Rosão) a opinião e distribuição do Questionário por diversas pessoas do meio Fadista. Agradece-se a todos os que tiveram

a amabilidade de responder ao Questionário elaborado. Agradece-se às 5 Casas de Fado que permitiram realizar as medições acústicas nas suas salas de espetáculo, em particular às seguintes pessoas: Antero Jacinto, Helder de Almeida, João Pires, Jorge David e Pedro Ramos. Agradece-se a Zélia Ramos a impagável ajuda no tratamento de toda a informação obtida (mais de 200 decaimentos).

Referências

- [1] EN ISO 3382-1 – *Acoustics. Measurement of room acoustic parameters. Part 1: Performance Spaces*. 2009.
- [2] Kürer, R. – *A simple measuring procedure for determining the "center time" of room acoustical impulse responses*. 7th Intern. Congress on Acoustics, Budapest 1971.
- [3] Beranek. Leo L. – *Music, Acoustics & Architecture*. Original Edition, Cambridge, MA, 1962.
- [4] Beranek. Leo L. – *Concert Hall Acoustics*. Reprinted with permission from J. Acoust. Soc. Am. vol. 92, No. 1, © 1992, Acoustical Society of America: Melville, NY, July 1992.
- [5] Barron, Michael – *Auditorium Acoustics and Architectural Design*. London: Spon Press. Routledge, 1993 (reprinted 1998).
- [6] Iazzetta, Fernando; Figueiredo, Fábio Leão; Masiero, Bruno Sanches – *Parâmetros Subjetivos em Salas Destinadas à Prática Musical*. Guimarães, Acústica 2004.
- [7] Hak, Constant; Vertegaal, Han – *What exactly is time infinity for acoustical parameters?*. International Congress on Sound and Vibration, Kraków, 2009.
- [8] NP EN ISO 3382-2 – *Acústica. Medição de parâmetros de acústica de salas. Parte 2: Tempo de reverberação em salas correntes*. 2011. (ISO 3382-2: 2008)
- [9] Schroeder, M. R. – *New method of measuring reverberation time*. JASA 38 (1965).
- [10] Diário da República Portuguesa. Decreto-Lei n.º 96/2008, de 9 de Junho.
- [11] Nijs, Lau; Vries, Diemer de – *The young architect's guide to room acoustics*. Acoust. Sci. & Tech. 26, 2, 2005.
- [12] Hyde, Jerald R.; Moller, Henrik – *Sound Strength in Small Halls*. Proceedings of the Institute of Acoustics, Vol. 28, 2006.
- [13] Hidaka, Takayuki; Nishihara, Noriko – *Objective evaluation of chamber-music halls in Europe and Japan*. J. Acoust. Soc. Am. 116 (1), July 2004.
- [14] Santiago, Francisco; Inácio, Octávio – *An Acoustical Overview on Portuguese Concert Halls*. Coimbra, Acústica 2008.
- [15] Arau, Higinio – *The Acoustic Design of the Molina of Segura Theater-Auditoria*. Madrid, International Congress on Acoustics, ICA 2007.
- [16] <http://www.renkus-heinz.com/easera/easeraappendixuspv.pdf>
- [17] Patrício, Jorge – *Acústicas nos Edifícios*. Verlag Dashöfer, 2007. ISBN 978-8906-55-9.
- [18] Silva, Pedro Martins da – *Elementos de Acústica Musical*. Laboratório Nacional de Engenharia Civil. 1989.