

Absorção Sonora de Retábulo em Talha Barroca

António P. O. Carvalho*

Margarida Lencastre**

* Engenheiro, Professor Associado da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto,
Director do Laboratório de Acústica

** Engenheira, Chefe da Divisão de Obras, Conservação e Restauro da Direcção Regional do
Porto do IPPAR

1. Introdução

Desde 1992 que o Laboratório de Acústica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto desenvolve um Programa de Investigação em Acústica de Igrejas (ver sítio em <http://www.fe.up.pt/~carvalho/igrejas.htm>). Nos últimos dez anos vários trabalhos inovadores a nível mundial nesta área do conhecimento foram sendo efectuados e publicados, tendo o IPPAR colaborado muito activamente em alguns deles [CARVALHO; MORGADO; LENCASTRE].

Um dos elementos mais típicos da envolvente interior das igrejas portuguesas é a profusão de talha (dourada e/ou policromada) que reveste muitas das suas áreas e em particular os retábulos. E isto não acontece somente em Portugal. Hoje, milhares de igrejas em especial no Sul da Europa e por toda a América Latina têm largas áreas do seu interior revestidas com talha nomeadamente em retábulos. Contudo não existem muitos elementos técnicos para a caracterizar em relação ao seu comportamento acústico [BUCUR]. E tal é imprescindível para se estudar com rigor a acústica interior desses locais religiosos. Para caracterizar as áreas revestidas com talha o parâmetro mais importante é o seu coeficiente de absorção sonora e este não se encontra tabelado na literatura existente.

A colocação de retábulos nas igrejas católicas é uma prática muito antiga. O termo *Retábulo* provém das palavras latinas *retro* (de trás) e *tabula* (tábua) e significa habitualmente neste contexto, uma construção de madeira, com lances, que se eleva da parte posterior de um altar e que encerra geralmente um motivo religioso que decora o altar. A tradição de erigir uma tal estrutura atrás e acima de um altar cristão e adorná-la com elementos decorativos estende-se pelo menos desde o século XI.

Durante o período Barroco (séculos XVII e XVIII) muitos artistas excederam-se na criação de grandes altares e retábulos usando talha especialmente no Sul da Europa (e América Latina). Em Portugal e desde cerca de 1660, por todo o país houve um grande aumento no uso da talha dourada e policromada. No espírito religioso da época, particularmente em Portugal e Espanha, a talha com as suas faces douradas e brilhantes, respondia eficazmente às necessidades da Igreja Católica após o Concílio de Trento de 1545/63 (a denominada *Contra-Reforma*) que a usa para apoiar uma mais eficaz difusão da Fé.

Por exemplo em 1789, Agostinho Costa ao escrever sobre a Igreja de S. Francisco (Porto) refere: "*A igreja deste convento de três naves é coberta de alto a baixo de entalha novamente dourada, de sorte que toda ela parece um dilatado monte de ouro*" [ALVES]. Ou, em 1795, o britânico James Murphy refere que em Portugal: "*As igrejas são edificios grandes, fortes e magníficos (...). É dificilmente concebível que riquezas estão nos seus interiores; os altares, baldaquinos, etc. (...) exibem uma profusão de talha dourada*" [MURPHY].

Em Portugal, a zona do Porto ficou bastante conhecida pela sua informal Escola de talha onde diversos mestres trabalharam e se desenvolveram, essencialmente de 1670 a 1780. Foi desse período e desta origem que foi escolhido um exemplo típico de um retábulo para ser testado. Assim, o objectivo principal do estudo desenvolvido foi o de medir os coeficientes de absorção de um grande retábulo típico da talha barroca em Portugal (e no Mundo) que possa ajudar os acústicos nos seus trabalhos de renovação histórica ou de readaptação de igrejas para outros fins (nomeadamente para salas de música) - o Retábulo das Almas do Purgatório, pertencente a uma das capelas laterais da Igreja do Mosteiro de Vilar de Frades, em Barcelos.

2. Absorção sonora

A absorção sonora é a propriedade que a quase totalidade dos materiais possuem de poderem reter e transformar parte da energia sonora que sobre eles incide em outra modalidade de energia, geralmente a térmica. Tal propriedade é quantificada através do *coeficiente de absorção sonora*¹.

O coeficiente de absorção sonora varia entre 0 e 1. Um material muito reflector (por exemplo, mármore polido) apresenta uma absorção sonora quase nula (cerca de 0,01). Um material absorvente (tipo lâ de rocha) tem um α de cerca de 0,60. Por vezes aparecem valores de α

¹ *Coefficiente de absorção sonora* (α) é a relação existente entre a quantidade de energia sonora que é absorvida por determinado material e aquela que sobre ele incide. Por exemplo, um material que possui um α de 0,1 absorve 10% da energia que sobre ele incide e reemite os restantes 90%.

ligeiramente superiores a 1,0 que se devem unicamente à metodologia da sua determinação experimental.

O valor de α varia com a frequência do som incidente e existem tabelas com os valores de α para muitos materiais em função da frequência do som incidente.

Quanto mais reflector forem os materiais que revestem um recinto, mais demorado será o decaimento do som no local, o que provoca um tempo de reverberação elevado e nefasto para a "inteligibilidade da palavra". Por isso a existência de talha (com características absorventes) melhora a acústica de uma igreja para a maioria das suas utilizações e nomeadamente no que respeita à percepção de um discurso nela proferido.

O método mais eficaz e útil para determinar o coeficiente de absorção sonora é o método da câmara reverberante² que se rege pelas determinações da norma internacional ISO 354. A desvantagem deste método é a de que necessita de uma amostra de grandes dimensões (superior a 10 m²). Talvez por isso, a literatura não apresente valores obtidos para este material.

3. Medições em câmara reverberante

3.1. Metodologia

O exemplar testado neste estudo foi um retábulo em madeira de castanho com cerca de 20,5 m² (com esculturas e ornamentos floridos) da Igreja do Mosteiro de S. João Evangelista (Lóios) de Vilar de Frades na freguesia de Areias de Vilar, concelho de Barcelos.

Esta peça é conhecida por *Retábulo das Almas do Purgatório* e é um exemplo do Barroco português do período (1720-1750) denominado por *Joanino* (em honra do rei D. João V, *O Magnânimo*). Acredita-se que tenha sido construído cerca de 1720 por um autor não identificado. Contudo sabe-se que os mestres António Gomes e Domingos Nunes efectuaram algumas obras (retábulo-mor, tribuna e retábulos colaterais) para esta igreja poucos anos antes [Alves].

No âmbito do projecto de reabilitação do Mosteiro que o IPPAR tem vindo a desenvolver, o retábulo da Capela das Almas foi cuidadosamente removido da igreja durante o programa de restauro em curso pelo IPPAR e transportado para a câmara reverberante de 320 m³ do IDIT - Instituto de Desenvolvimento e Inovação Tecnológica (Santa Maria da Feira) onde foi

² Câmara reverberante é um grande compartimento para uso experimental que dispõe de todas as superfícies envolventes completamente lisas e desprovidas de qualquer adereço ou mobiliário para criar uma muito elevada reverberação.

montado (horizontalmente) no pavimento (ver Figs. 1 a 7) para a execução das medições do coeficiente de absorção sonora.

As medições foram feitas em bandas de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, de acordo com a norma EN 20354 e usando um sonómetro B&K 2231, um microfone de meia polegada B&K 4165 e uma fonte sonora B&K 4224.



1. (esq.) Transporte do *Retábulo das Almas do Purgatório* da Igreja do Mosteiro de São João Evangelista de Vilar de Frades

2. (dir.) Entrada de peça do retábulo na câmara reverberante



3. (esq.) Montagem (1) do retábulo no piso da câmara reverberante

4. (dir.) Montagem (2) do retábulo no piso da câmara reverberante



5. (esq.) Montagem (3) do retábulo no piso da câmara reverberante

6. (dir.) Retábulo completamente montado na câmara reverberante



7. Detalhe do retábulo (anjo a tocar píforo). Uma "alma do purgatório" com gosto pela "acústica"

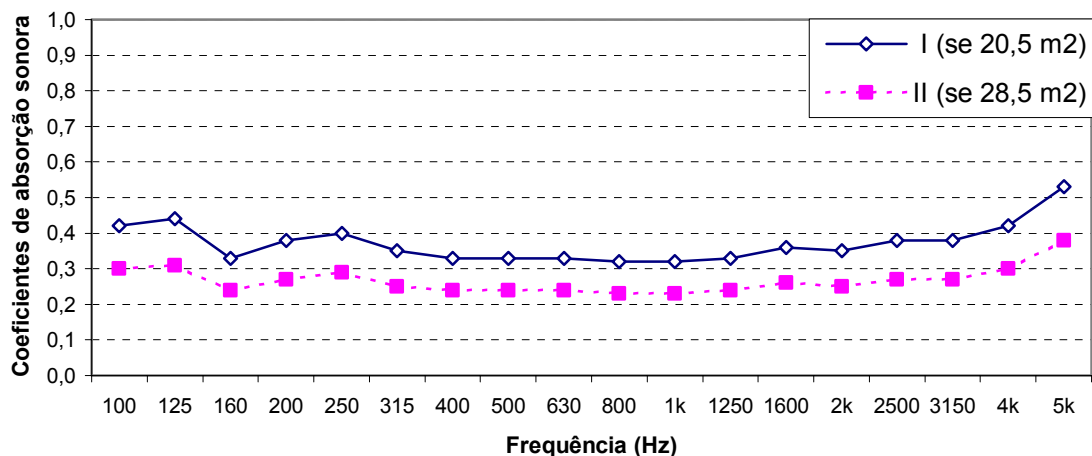
3.2. Resultados

O Quadro 1 e a Fig. 8 apresentam os resultados médios obtidos para o coeficiente de absorção sonora (α) relativos às 27 medidas feitas e considerando duas situações para cálculo da área total exposta do retábulo (S):

- Situação I: A área total no plano horizontal ($S = 20,5 \text{ m}^2$);
- Situação II: A área total de madeira exposta incluindo todas as superfícies laterais (verticais) ($S = 28,5 \text{ m}^2$).

Quadro 1 - Valores médios dos coeficientes de absorção sonora (α) relativos às vinte e sete medidas em duas situações de cálculo (I - considerando a área total no plano horizontal, $S = 20,5 \text{ m}^2$; II - considerando a área total de madeira exposta incluindo todas as superfícies laterais, $S = 28,5 \text{ m}^2$)

Frequência (Hz)	100	125	160	200	250	315	400	500	630
α I (se $S=20,5 \text{ m}^2$)	0,42	0,44	0,33	0,38	0,40	0,35	0,33	0,33	0,33
α II (se $S=28,5 \text{ m}^2$)	0,30	0,31	0,24	0,27	0,29	0,25	0,24	0,24	0,24
Frequência (Hz)	800	1k	1250	1600	2k	2500	3150	4k	5k
α I (se $S=20,5 \text{ m}^2$)	0,32	0,32	0,33	0,36	0,35	0,38	0,38	0,42	0,53
α II (se $S=28,5 \text{ m}^2$)	0,23	0,23	0,24	0,26	0,25	0,27	0,27	0,30	0,38



8. Valores médios dos coeficientes de absorção sonora (α) relativos às vinte e sete medidas em duas situações de cálculo (I - considerando a área total no plano horizontal, $S = 20,5 \text{ m}^2$; II - considerando a área total de madeira exposta incluindo todas as superfícies laterais, $S = 28,5 \text{ m}^2$)

4. Medições *in situ*

Para testar o efeito acústico do retábulo no seu próprio ambiente original, foram feitas medições do tempo de reverberação³ no interior da igreja (sem ocupantes) e em três

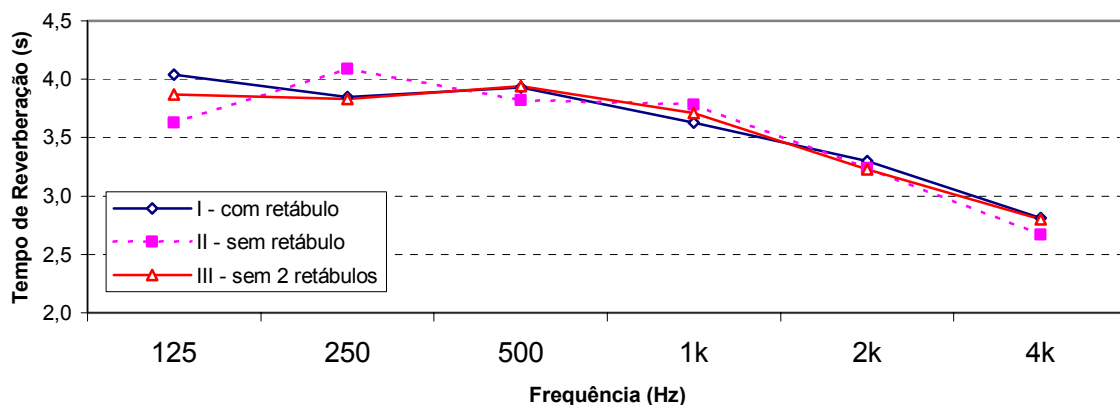
³ Tempo de reverberação (TR) é o tempo que o som demora a decair 60 dB num local, isto é, a desaparecer após o fim brusco da sua emissão. Mede o "rasto" sonoro de um som e caracteriza a qualidade da acústica interior de um local. Valores baixos de TR (inferiores a 1,2 s) indicam um local propício à inteligibilidade da palavra enquanto valores elevados (superiores a 3 s) indicam locais muito desfavoráveis para o entendimento da palavra mas por vezes adequados ao habitual repertório religioso de música para órgão.

situações: com e sem a presença do retábulo em estudo e também sem a presença de um segundo retábulo similar (*Retábulo dos Passos*).

As medições foram feitas por bandas de uma oitava de 125 Hz a 4000 Hz usando o mesmo equipamento já acima referido e usando 4 pontos de medição. Os resultados médios estão presentes no Quadro 2 e Fig. 9.

Quadro 2 - Tempos de reverberação médios (*TR*) no interior da igreja de Vilar de Frades em três situações: I - Com o retábulo em teste no seu local original; II - Sem o retábulo em teste; III - Sem um segundo retábulo

Frequência (Hz)	125	250	500	1k	2k	4k
I - <i>TR</i> (s) com retábulo	4,04	3,85	3,93	3,60	3,30	2,81
II - <i>TR</i> (s) sem retábulo	3,63	4,09	3,82	3,78	3,24	2,67
III - <i>TR</i> (s) sem dois retábulos	3,87	3,83	3,94	3,71	3,23	2,80



9. Tempos de reverberação médios (*TR*) no interior da igreja de Vilar de Frades em três situações: I - Com o retábulo em teste no seu local original; II - Sem o retábulo em teste; III - Sem um segundo retábulo

5. Conclusão

Os resultados obtidos na câmara reverberante para os coeficientes de absorção sonora mostram um quase constante comportamento em toda a gama de frequências avaliada (100-5000 Hz). Esses valores podem ter sido um pouco sobrestimados devido a que o volume da

câmara com o retábulo é menor do que sem ele. Contudo, como o volume da peça é muito pequeno (cerca de 3%) quando comparado com o grande volume da câmara (320 m³) tal efeito é desprezável.

No limite inferior da gama de frequências utilizada existe um pequeno aumento dos valores do coeficiente de absorção sonora consistentes com o clássico efeito de "painel absorvente". Os valores de α medidos (cerca de 0,3-0,4) são muito similares aos existentes na bibliografia para painéis finos de madeira sobre largo espaço de ar. Contudo, a expectável diminuição dos valores de α nos painéis absorventes com a frequência surpreendentemente não aparece no retábulo testado. Parece que estaremos em presença de outro efeito que gradualmente com o aumento da frequência se sobrepõe a esse e o anula.

Nas bandas de frequência mais elevadas (acima de 2 kHz) existe um pequeno aumento nos valores de α . Este aspecto genérico dos valores de α nas altas frequências que se afasta do tradicional comportamento de "painel absorvente" pode ser explicado por:

- Algum efeito de "porosidade" ou de "ressonância", causado pelos pequenos espaços de ar formados na superfície da talha pelos seus desenhos e motivos tridimensionais;
- Uma aumentada área S da verdadeira zona de madeira exposta ao som criada pelas protuberâncias originadas pelos motivos decorativos da talha (pequenas esculturas e floreados) que podem ter um papel importante na absorção sonora mas unicamente para pequenos comprimentos de onda (isto é, para altas frequências). O domínio de frequências da adicional absorção sonora corresponderia ao comprimento de onda dos detalhes protuberantes que conduzem ao aumento da absorção e que também causam um efeito de aumento da difusão sonora (muito útil e favorável para a transmissão agradável de sons musicais).

Em geral, esses valores dos coeficientes de absorção sonora são cerca de 3 a 4 vezes superiores aos que seriam de esperar em peças de madeira fina (actuando como painéis absorventes).

Este efeito agora quantificado é de extrema importância para a utilidade desses locais como salas de música, colocando num só material comportamentos acústicos que habitualmente só serão possíveis de obter com sistemas de características bem distintas.

Nas medições *in situ* no interior da igreja não foram detectadas diferenças muito evidentes entre os valores com e sem os retábulos nos seus locais originais o que se explica pelas razões são as seguintes:

- A muito pequena área de retábulos quando comparada com a área total das superfícies interiores da igreja (um retábulo é menos de 2% do total da área);
- Os retábulos estão posicionados em capelas laterais de alguma profundidade que podem estar a actuar como espaços acusticamente destacados do volume principal da igreja para grande parte das frequências testadas;
- Houve uma pequena alteração no interior da igreja entre os dois primeiros grupos de medições (situações I e II) pela reinstalação de um pequeno órgão de tubos numa das paredes laterais da nave.

Em suma, este trabalho que decorreu no âmbito do Programa de Investigação em Acústica em Igrejas da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, permitiu obter um elemento fundamental para o estudo e desenvolvimento da acústica destes locais: o conjunto de valores dos coeficientes de absorção sonora para a talha. Com ele foi também possível detectar e quantificar o comportamento específico da talha no domínio da frequência que torna este material acusticamente muito interessante para este tipo de salas (em especial nas de volume pequeno ou médio) e muito particularmente quando nelas se pretende executar ou ouvir alguns géneros de espectáculos musicais.

Bibliografia

- ALVES, Natália - *A Escola de Talha Portuense - A sua influência no Norte de Portugal*. Lisboa: Edições Inapa. 2001.
- BUCUR, Voichita - *Acoustics of Wood*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press. 1995.
- CARVALHO, António - *Influence of Architectural Features and Styles on Various Acoustical Measures in Churches*. Dissertação de doutoramento, Univ. Florida (EUA). 1994.
- LENCASTRE, Margarida - *A Inteligibilidade da Palavra em Igrejas Católicas, através de Análises de Carácter Objectivo e Subjectivo*. Porto: Tese de Mestrado FEUP. Porto. 1998.
- MORGADO, António - *Estudo Acústico de Igrejas Portuguesas através de Parâmetros Subjectivos*. Porto: Tese de Mestrado FEUP. Porto. 1996.
- MURPHY, James - *Travels in Portugal*. Londres, p. 9, 1795 (citado em ALVES 2001).