

# **Inspeção e avaliação da acústica em património religioso**

## **Inspection and evaluation of acoustics in religious heritage**

Fabiel Gonçalves Rodrigues

Universidade da Beira Interior, d1961@ubi.pt,

João Carlos Gonçalves Lanzinha

Universidade da Beira Interior, C MADE - Centre of Materials and Building Technologies, jcgl@ubi.pt

Ana Maria Tavares Martins

Universidade da Beira Interior, LAB2PT, CIDEHUS, amtfm@ubi.pt

### **Resumo**

O estudo da acústica em edificado é um tema complexo, uma vez que correlaciona parâmetros objetivos, como o *Tempo de Reverberação* (TR), com parâmetros subjetivos como o *Envolvimento*. Estes parâmetros definem a impressão geral da acústica no edifício e a sua adequação a determinada utilização. No entanto, a acústica correlaciona-se também com outros fatores importantes, intrínsecos à conceção do espaço.

A análise acústica, se aplicada a locais de culto religioso, é bastante complexa, já que é condicionada não só pelas necessidades arquitetónicas, mas também de outras como a prática da liturgia.

Esta questão é mais notória no caso da igreja católica, dado existir a necessidade de compatibilidade acústica para a inteligibilidade da palavra, devido à importância do sermão na liturgia; mas também à música e canto, que integram a cerimónia religiosa. Neste sentido, aborda-se a caracterização acústica destes espaços, com o objetivo de estabelecer bases para investigação científica futura neste domínio.

### **Palavras-chave**

Avaliação acústica, Edifício religioso, Igreja, Metodologia.

## **Abstract**

The study of acoustics in buildings is a complex topic, since it correlates objective parameters such as *Reverberation Time* (RT), with subjective parameters such as *Envelopment*. These parameters define the general impression of acoustics in the building and its fitness for a particular use. However, the acoustic correlates with other important factors intrinsic to design of the space.

The acoustic analysis, applied to places of religious worship, is complex, since it is conditioned not only by the architectural needs, but also to others such as the practice of liturgy.

This issue is more noticeable in the case of the Catholic Church, given the need for acoustic compatibility for Word intelligibility, due to the importance of the sermon in the liturgy; but also to music and singing, which are part of the religious ceremony. In this sense, is made an approach of the characterization of acoustics in these spaces, with the goal of establishing a basis for future research in this area.

## **Keywords**

Acoustic assessment, Religious building, Church, Methodology.

## **1. Introdução**

A Igreja, enquanto edifício de utilização pública, deve garantir o bem-estar de todos aqueles que a frequentam. Esta adequação resulta de condicionantes inerentes ao espaço, tanto no que respeita à sua conceção arquitetónica, como de critérios que a condicionam, nomeadamente a liturgia. A liturgia requer a convivência de música e palavra [1]. No entanto, a palavra e a música têm requisitos acústicos divergentes, resultando desafiante estabelecer conforto e adequação acústica nestes espaços [2]. Por outro lado, as necessidades estipuladas pela liturgia são mutáveis, já que resultam numa evolução de contextos históricos, culturais e sociais. Por exemplo, no caso da igreja católica a relação entre palavra, música e espaços religiosos é fruto de uma evolução histórica, na qual devido a condicionantes tanto culturais como espaciais surgiram alterações, definidas em concílios como o de Trento e de Vaticano II [3].

Estes fatores resultam importantes ao avaliar a igreja a nível acústico. A sua adequação depende do momento histórico e construtivo em que se inseriu o edificado, mas também a sua capacidade de adaptação a novas necessidades acústicas.

A avaliação acústica, por outro lado, permite caracterizar uma parte imaterial do património religioso, o património acústico. Este remete para a imagem sonora de um espaço e possibilita caracterizar uma parte da identidade cultural de um espaço que se assume icónico na comunidade em que se insere [4].

## 2. Metodologia de avaliação acústica: o caso das igrejas

A avaliação do comportamento acústico em igrejas, à semelhança do que sucede em outros edifícios, requer medições *in situ* que podem ser realizadas segundo a ISO 3382-2 [5]. Uma vez que a igreja possui funções que tanto implicam a vocação musical como discursivas a comparação dos valores com literatura especializada implica ter em consideração dados que divergem bastante entre si [6]. Acrescenta-se que, além da medição *in situ* das características acústicas na igreja, deve complementar-se a avaliação com uma análise do conforto acústico, na Europa segundo os preceitos estabelecidos pela ISO R-1996, que avalia o *Noise Ratio* (NR) e estipula a sua adequação à função.

### 2.1 Medição nas igrejas de acordo com a ISO 3382

O processo de medição acústica envolve essencialmente a localização das fontes emissoras de som, dos pontos recetores e do tipo de equipamento, segundo o processo de medição que é preconizado pela norma ISO 3382. No entanto, dado a complexidade espacial da igreja é importante estabelecer linhas orientadoras para o levantamento de dados *in situ*.

O guia “*The acoustics of worship places*” [5] desenvolve algumas linhas de apoio neste sentido, considerando diversidade de culto, tipologia, liturgia e evolução histórica na igreja. As fontes sonoras são colocadas nos locais em que a produção de som ocorre aquando do uso normal do edifício, num mínimo de duas localizações durante a realização de medições [7], sendo as mesmas sintetizadas na Figura 1.

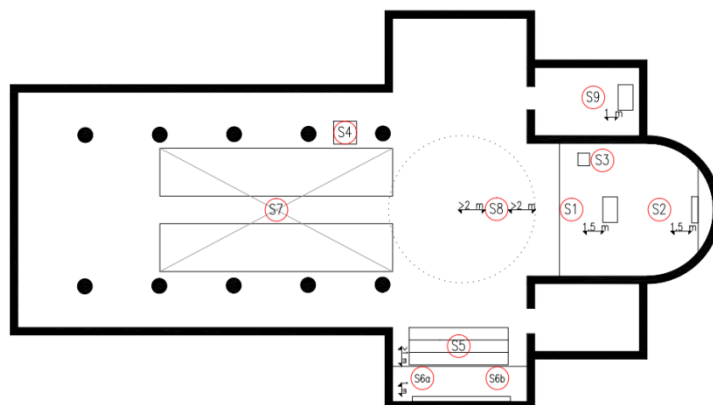
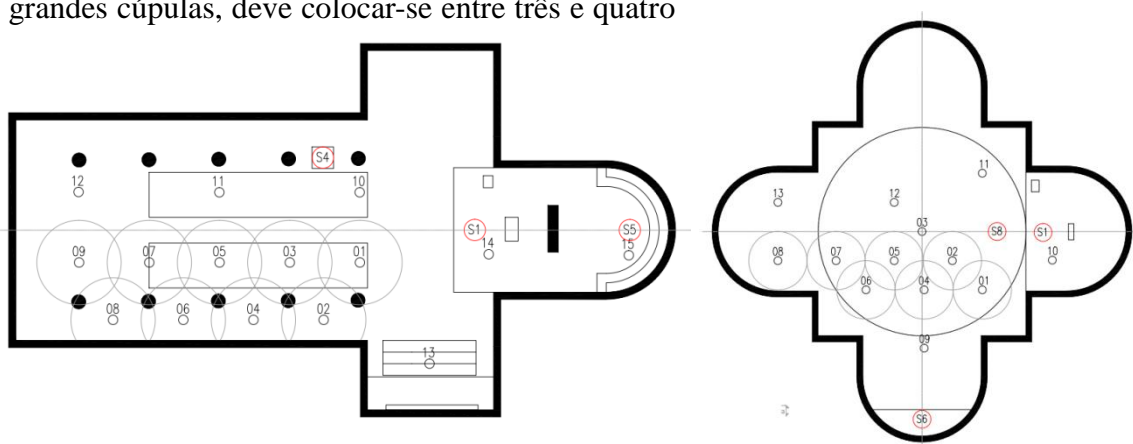


Figura 1. Localização para as fontes sonoras, adaptado pelos autores de Martellotta et al. [5].

Consideram-se o altar e o altar-mor (S1 e S2) e o ambão (S3), assim como o púlpito (S4), a assembleia (S7), o coro (S5) e o órgão (S6). No caso de espaços com grandes cúpulas deve colocar-se uma fonte sonora a 2 metros da sua projeção horizontal (S8), assim como na presença de espaços acoplados como capelas (S9) [5]. O posicionamento da fonte deve ser feito sempre a uma altura de 1,5 metros do pavimento (ou a 0,5 metros da balaustrada se é avaliado um púlpito sobre-elevado) e a

um mínimo de 1 metro de superfícies refletoras. No caso de órgão com grandes dimensões pode ser necessário o uso de duas fontes equidistantes

Quanto à localização do microfone, as suas localizações variam consoante a tipologia e complexidade espacial da igreja avaliada. A ISO 3382 refere que os microfones devem ser colocados com um afastamento mínimo de 2 metros relativamente à fonte sonora e de 1 metro de superfícies refletoras, com altura de 1,4 metros em relação ao pavimento [7]. Na Igreja a sua colocação deve abranger a MLA (*Main Listening Area*), isto é, a área de ocupação habitual de fiéis e a área que pode vir a ser ocupada. A distância entre os microfones deve ser de 1/6 do comprimento do MLA. Em casos de tipologias simétricas só é necessário abranger uma das áreas simétricas, com três posições de controlo na outra área. Pode adicionar-se uma posição a 1 metro da fonte, para avaliar a perceção do som por oradores e músicos nestes espaços e, em caso de grandes cúpulas, deve colocar-se entre três e quatro



posições para o microfone, de modo a avaliar o impacto desta na difusão do som [5]. Estes princípios sintetizam-se na Figura 2, em que os pontos 01-15 correspondem a localizações de microfones para tipologias basilicais e centradas.

Figura 2. Localização para os microfones, adaptado pelos autores de Martellotta et al. [5].

Para avaliação da inteligibilidade através do STI (*Speech Transmission Index*) deve medir-se o ruído de fundo, preferencialmente durante o dia, durante aproximadamente 5 minutos, para cada um dos recetores e ainda na proximidade do presbitério.

## 2.2 Fatores a considerar na avaliação acústica de igrejas

Na avaliação acústica de igrejas é importante ter em consideração as condicionantes arquitetónicas e parâmetros objetivos e subjetivos. No que respeita à igreja os parâmetros arquitetónicos mais relevantes prendem-se com a tipologia, a ocupação do espaço, a geometria e os materiais de revestimento existentes na igreja. Deve ainda referir-se o estilo arquitetónico, que engloba critérios como dimensões, tipologias e ocupação de espaços em resposta às necessidades litúrgicas e acústicas da igreja em determinado contexto cultural e histórico [3]. tipologia na igreja é bastante diversa e

pode adquirir grande complexidade. Muitas das igrejas possuem tipologias que resultam de uma evolução construtiva do espaço ao longo do tempo. A título de exemplo pode referir-se a igreja do mosteiro de S. Bento de Cástris, cuja evolução espacial resultou no espaço atual [9].

A geometria remete para o uso de formas no espaço da igreja que condicionam a difusão do som. Um exemplo é a abóbada construída em igrejas a partir do século XII, e que evoluiu da abóbada de berço para outros tipos, com resultados distintos a nível acústico. A abóbada em ogiva, por exemplo, facilita a ressonância e adequa-se ao cantochão, através de uma concentração das reflexões do som no espaço [10].

A escolha de materiais e a presença de elementos decorativos ou utilitários colocados nestes espaços e a sua disposição, são fatores arquitetónicos que influenciam o desempenho acústico. A Tabela 1 estabelece, segundo Umberto Berardi [11], a relação entre os materiais, a sua aplicação na igreja e os coeficientes de absorção. O coeficiente de absorção é condicionado pela escolha de materiais e que possui influência no desempenho acústico. Em igrejas são comuns materiais de revestimento rígidos e pouco absorventes do ponto de vista sonoro, o que implica alta reverberação. Nos períodos em que esta característica é mais comum ocorre maior recurso ao órgão (séc. XVI e XVII). Após o Concílio de Trento aplica-se uma decoração complexa com recurso a madeira e talhas, entre outros, e que resulta num maior entendimento da música e da palavra. Com o Concílio Vaticano II a inteligibilidade da palavra adquire maior importância e o órgão perde peso no espaço religioso, pelo que os valores do *Tempo de Reverberação* decrescem significativamente [8].

Tabela 1. Materiais comuns em Igrejas, tabela dos autores adaptado de Berardi [11]

Material	Caraterísticas	Coefficiente de absorção
Mármore	Cobre grandes superfícies em edificado antigo, especialmente pavimentos.	2% Independentemente da frequência
Betão	Comum em edifícios modernos.	4%
Gesso	Painéis laterais de superfície considerável	Varia consoante porosidade, entre 2 e 5% para baixas a altas frequências
Cerâmicos	---	Comportamento variável
Pedra	Comum em edificações antigas	Depende do acabamento, entre 4 a 8%
Ladrilhos	---	Até 15% depende da espessura da junta e da sua composição.
Argila de Gesso	Comum na ornamentação	Aproximadamente 10%
Madeira	Elemento constituinte de mobiliário e decoração	Entre 10 e 20% Com ocupação possui absorção entre 20 e 30% a baixas frequências e até 80% em altas frequências
Tapeçarias e similares	---	Entre 60 e 70% em especial a frequência com mais de 1000 Hz.
Painéis suspensos	Inclui tetos falsos e painéis de madeira ancorado a chassi. Uso frequente em coros.	Maiores ou iguais a 30% em baixas frequências

### 2.3 Parâmetros acústicos objetivos nas igrejas

O *Tempo de Reverberação* (TR) é um dos parâmetros acústicos objetivos mais importantes na caracterização do comportamento acústico na igreja. É bastante influenciado por parâmetros arquitetónicos, de entre os quais o volume é importante.

Dadas as vertentes discursivas e musicais presentes neste espaço de culto resulta difícil estabelecer valores ideais [12]. Outros parâmetros acústicos objetivos importantes são o *Tempo de Decaimento Curto* (EDT), que avalia o efeito das primeiras reflexões nos ouvintes e resulta útil na avaliação das diferenças de percepção entre diversos pontos de um espaço fechado [13]; o *Tempo Central* (Ts), que quantifica a energia recebida antes desse momento e depois do mesmo é igual, sendo mais perceptível o som quanto menor o Ts [13]; a *Clareza* (C50 e C80), exprime a capacidade de compreender adequadamente as sílabas de uma palavra ou nota em contexto musical [4]; a *Intensidade* ou *Força* (G), razão em d(B) entre a energia total produzida por fonte omnidirecional e a energia recebida numa posição a 10 metros da fonte [14]; a *Definição* (D50), relação entre a energia nos 50 ms com a energia sonora total, quanto maior mais inteligível a palavra [13]; o *Bass Ratio* (BR) e a *Inteligibilidade da Palavra* (STI) [15].

Os valores ideais destes parâmetros em igrejas são difíceis de estabelecer, no entanto existem algumas propostas nesse sentido [1,2,3,17,18], apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Alguns valores recomendados para parâmetros objetivos na igreja.

TR [3]	Presença de Órgão		Valorização de Cântico		Valorização do discurso	
	1,5-3,0		1,8-2,8		0,0-1,7	
TR razoável em Igreja (dualidade música/discurso): 1,2-2,2						
EDT	Espaços com recurso a órgão e música vocal [4]: 2,1-4,2					
TS	Para TR entre 1 e 2 s [16]: 72-144 ms					
G	$\geq 5$ [1]					
C80	Estilo musical [18]					
	Clássica, de cordas e coral		Pop, Jazz, religiosa contemporânea		Instrumentos de percussão	
	0,00-4,0		2,0-6,0		4,0-8,0	
	C80 recomendado [17]: -2,0-2,0			C80 desaconselhado [18]: >8,0		
C50 [18]	Valor mínimo		Valor ótimo		Valor aconselhado na igreja	
	-5,0		>0,0		>-1,5	
D50 [4]	Para a difusão da voz		Valores de referência			
	>0,50		>Sala de conferência/Teatro: >0,65		Sala de Ópera: 0,5-0,65	
BR [4]	Calor			Brilho		
	Valor ótimo	Intervalo aceitável	Intervalo ótimo		Valor ótimo	Valor mínimo
	$\cong 1,2$	0,9-1,3	$1,10 \leq BR \leq 1,25$ (TRmid= 2,2 s)		$\cong 1,0$	>0,8
			$1,10 \leq BR \leq 1,45$ (TRmid= 1,8 s)			
STI	$\geq 0,45$ desde que a reverberação e o ruído de fundo assim o permitam [3]					

## 2.5 Parâmetros acústicos subjetivos na igreja

Os parâmetros acústicos subjetivos determinam a apreciação do Homem em relação a acústica que um espaço com determinada função desempenha, uma vez que a qualidade acústica de um dado espaço depende não só de parâmetros objetivos ou arquitetónicos, mas também da relação destes com o sujeito [19]. Os principais parâmetros subjetivos na avaliação de espaços fechados mais relevantes apresentam-se na Tabela 3.

Tabela 3. Parâmetros acústicos Subjetivos.

Parametro subjetivo	Definição	Parametros relacionados
<i>Reverberância</i>	Permanência do som numa sala apos interrupção de emissão sonora. Ajuda à fusão de timbres e preenchimento sonoro [19].	TR e EDT. Se TR>EDT sala pouco “viva” [15]
<i>Brilho</i>	Presença de frequências agudas numa sala [15]. Calcula-se com auxílio do Bass Ratio.	Parâmetros arquitetónicos [15].
<i>Calor</i>	Presença de frequências graves numa sala [15]. Calcula-se com auxílio do Bass Ratio.	Parâmetros arquitetónicos [19].
<i>Clareza</i>	Entendimento do som horizontalmente, isto é, distinguir sons consecutivos; e verticalmente, ou distinguir sons sobrepostos [15].	TR, C50, C80 [15]
<i>Intimidade</i>	Sensação de estar em espaço pequeno [15].	Perceção de som direto e primeiras reflexões com intervalo de tempo pequeno [15].
<i>Envolvência</i>	Uniformidade de receção do som reverberado em todas as direções [15].	Parâmetros arquitetónicos, Fração de energia Lateral [6], [19].
<i>Sonoridade</i>	Capacidade natural de um espaço fechado amplificar o som [15]	G [15]
<i>Direccionalidade</i>	Sensação que o som vem do eixo da fonte sonora [20].	Parâmetros arquitetónicos. TR [20].

Os parâmetros subjetivos implicam a apreciação da acústica no espaço segundo critérios inerentes ao individuo. Morgado [20] refere a relação existente entre este tipo de medições e a liturgia e influências de conceção arquitetónica. Da relação entre os parâmetros arquitetónicos e a liturgia apresenta-se nos parâmetros subjetivos uma relação com os estilos arquitetónicos e a evolução do modo de culto que se processa nestes espaços [20]. Por exemplo, no estilo Visigótico, dominam parâmetros como *Clareza do discurso musical*, *Direccionalidade e Intimidade*, como resultado de locais de culto de menor escala, enquanto no Neoclássico a *Reverberância* adquire importância dado o aumento da escala e escolha de diferentes materiais de revestimento.

### 3. Outras metodologias para avaliação acústica em igrejas

A avaliação acústica em igrejas revela-se uma tarefa difícil, na medida que estas possuem um carácter diferente de espaços cuja avaliação acústica tem sido mais desenvolvida (auditórios, salas de concerto, teatros). Em sequência, têm sido propostas outras metodologias de avaliação, tidas como mais adequadas à funcionalidade da igreja.

Podem neste sentido destacar-se os índices únicos, que estabelecem uma ponderação dos parâmetros referenciados anteriormente (arquitetónicos, objetivos e subjetivos) e traduzem-no num valor único, que estipula o desempenho global de um espaço segundo a função que exerce. No caso da igreja existem várias propostas neste sentido. Em Portugal destaca-se, a título de exemplo, o índice QAI (*Qualidade Acústica de Igrejas*), adimensional, que recorre a um algoritmo matemático, segundo uma fórmula linear, para avaliar o desempenho acústico da igreja, considerando os parâmetros anteriormente referidos e a dualidade entre música e discurso presente nestes espaços [21].

Outra metodologia que faculta análises neste tipo de espaços é a avaliação acústica virtual, que recorre à modelação 3D, efetuada a partir de programas como o *Autocad* ou o *Sketchup* e a uma biblioteca de materiais, para simular uma avaliação do desempenho acústico a partir do computador. Esta simulação é efetuada com apoio de programas como o ODEON [17] ou o EASE [2], e permite determinar os parâmetros acústicos relevantes, inclusive numa vertente ligada ao património e a arqueologia [22].

#### **4. Considerações Finais**

A igreja possui necessidades acústicas duais, na medida em que é um espaço que requer adequação tanto à música, como à palavra. Este facto tem dificultado estabelecer critérios de adequação acústica neste tipo de espaço.

A avaliação do comportamento acústico fornece dados objetivos e mensuráveis, através de medições *in situ*, com bastante eficácia. No entanto, a dificuldade reside em estabelecer a comparação entre os dados obtidos e aqueles que existem na literatura especializada. Da igreja poucos dados são fornecidos e muito destes resultam da associação a salas de concerto ou auditórios, cujas funções, não caracterizam adequadamente as necessidades dos espaços de culto. Mesmo os dados que caracterizam as igrejas não respondem completamente à vasta gama de cultos que se desenrolam nestes espaços. Como resposta tem surgido investigação com o objetivo de estabelecer métodos de avaliação acústica que respondam à complexa relação de parâmetros acústicos e arquitetónicos.

#### **Referências**

1. Silva, T. E. L.; *GUIÃO DA ACÚSTICA DE IGREJAS EM PORTUGAL*; Tese de mestrado; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Universidade do Porto; Porto, 2008
2. Succi, L. A.; *ACÚSTICA DE LAS IGLESIAS JESUÍTICAS COMO PARTE DEL PATRIMÓNIO INTEGRAL EN CÓRDOBA E SAN IGNÁCIO DE MINI*; Tese de doutoramento; Escuela técnica superior de Ingenieros industriales; Universidad Politécnica de Madrid; Madrid, 2015
3. Desarnaulds, V.; *DE L'ACOUSTIQUE DES EGLISES EN SUISSE – UNE APROCHE PLURIDISCIPLINAIRE*; Tese de doutoramento; Faculté Environnement Naturel, Architectural et Construit; École Polytechnique Fédérale de Lausanne; Lausanne, 2002
4. Baixauli, G. G.; *ESTUDIO ACÚSTICO DE LOS MONASTERIOS CISTERCIENSES MASCULINOS DEL CAMP TARRAGONA*; Tese de doutoramento; Dep. Engenharia mecânica; Universitat Rovira i Virgili;

Tarragona, 2014

5. Martellotta, F; Cirillo, E.; Carbonari, A.; Ricciardi, P.; “Guidelines for acoustical measurements in churches”; In *APPLIED ACOUSTICS*, n° 70, tema 2 (pp.378-388), Junho de 2008. Consultado [online] em <https://doi.org/10.1016/j.apacoust.2008.04.004> a 5 de Novembro de 2016
6. Queiroz de Sant’Ana, D.; Trombetta, P. H. Z.; “Acoustic evaluation of a contemporary church based on in situ measurements of Reverberation Time, Definition and computer-predicted Speech Transmission Index”; In *BUILDING AND ENVIRONMENT* n° 46 tema 2 (pp. 511-517), Setembro de 2010. Consultado [online] em <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2010.08.015> a 5 de dezembro de 2016
7. NP EN ISO 3382-2, 2015; *MEDIÇÃO DE PARÂMETROS DE ACÚSTICA DE SALAS. NORMA PORTUGUESA*; Portugal: Instituto Português da Qualidade; Consultado [online] em [https://doi.org/ICS 91.120.20](https://doi.org/ICS%2091.120.20) a 15 de dezembro de 2016
8. Carvalho, A. P. O.; “Effect of architectural styles on objective acoustical measures in portuguese catholic churches”; in *WESTPRAC 1994 - 5TH WESTERN PACIFIC REGIONAL ACOUSTICS CONFERENCE SEOUL, Korea August 23-25 1994* (pp. 613–618); Seoul, 1994. Consultado [online] em [web.fe.up/~carvalho/](http://web.fe.up/~carvalho/) a 28 de Novembro de 2016.
9. Lanzinha J. C. G.; Nepomuceno, M. C. S.; Martins, A. M. T.; Reis, C. P. L.; Alves, A. A. S.; “Cistercian monastery of S. Bento de Cástris, Évora, Portugal: acoustic measurements under ORFEUS project”; In *1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON NEW MUSIC CONCEPTS* (p.10); Itália, 2015. Consultado [online] em <http://www.orfeus.pt/pdf1.php> a 1 de dezembro de 2016
10. Vernhes, C.; “Analyse theorique de l’acoustique des églises des trois soeurs de Provence ”; In *ACOUSTIQUE AND TECHNIQUES*, n° 30 (pp. 30-38); France, 1999. Consultado [online] em [www.bruit.fr/revues/78\\_09950.PDF](http://www.bruit.fr/revues/78_09950.PDF) a 1 de Novembro de 2016
11. Berardi, U.; “Predicción de las variaciones espaciales en la acústica de diferentes tipologías de iglesias”; In *REVISTA ACÚSTICA* n° 42, n° 3 e 4 (pp.8-16), Espanha, 2011. Consultado [online] em [https://doi.org/ISSN-e 0210-3680](https://doi.org/ISSN-e%200210-3680) a 10 de Novembro de 2016
12. Silva, P. M. A.; *CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA INTERIOR DA NOVA IGREJA DA SANTÍSSIMA TRINDADE EM FÁTIMA*; Tese de mestrado; Departamento de Engenharia Civil da universidade do Porto; Universidade do Porto; Porto, 2009

13. Santos, M. A. R.; *QUALIDADE ACÚSTICA DE ESCOLAS DE MÚSICA DO ALGARVE. ANÁLISE E PROPOSTA DE MEDIDAS DE MELHORIA*; Tese de mestrado; Escola de ciências e tecnologia; Universidade de Évora; Évora 2014
14. Mateus, D.; *ACÚSTICA DE EDIFÍCIOS E CONTROLO DE RUÍDO*. Coimbra, 2008. Consultado [online] em <https://paginas.fe.up.pt/~earpe/conteudos/ARE/Apontamentosdadisciplina.pdf> a 20 de Novembro de 2016
15. Marros, F.; *CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE SALAS PARA PRÁTICA E ENSINO MUSICAL*; Tese de mestrado; Programa de pós-graduação em engenharia civil; Universidade Federal de Santa Maria; Santa Maria, 2011
16. Ávila, S. G.; *ESTUDIO ACÚSTICO DE LA IGLESIA DE SANTA MARIA DEL CASTILLO*; Projeto de fim de carreira; Escuela Técnica Universitaria de Ingenieria de Telecomunicación; Universidad Politécnica de Madrid; Madrid, 2013
17. Souza, I. K.; *PERFORMANCE ACÚSTICA DE UMA IGREJA PROTESTANTE DE MÉDIAS DIMENSÕES*; Tese de graduação; Centro Tecnológico; Universidade Federal de Sta. Catarina; Florianópolis, 2016
18. Gonçalves, C. E. C.; *CONFORTO ACÚSTICO EM TEMPLOS RELIGIOSOS: UM ESTUDO DE CASO*; Tese de graduação; Universidade Católica de Brasília; Brasília, 2010. Consultado [online] em <http://docslide.com.br/documents/apostila-conforto-acustico-em-templos-religiosos-um-estudo-de-caso.html> a 22 de dezembro de 2016
19. Figueiredo, F. L.; *PARÂMETROS ACÚSTICOS SUBJECTIVO: CRITÉRIOS PARA AVALIAÇÃO ACÚSTICA DE SALAS DE MÚSICA*; Tese de mestrado; Escola de Comunicação e Artes; Universidade de S. Paulo; S. Paulo, 2005
20. Morgado, A. E. J.; *ESTUDO ACÚSTICO DE IGREJAS PORTUGUESAS ATRAVÉS DE PARÂMETROS SUBJETIVOS*; Tese de mestrado; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Universidade do Porto; Porto, 1996
21. Loureiro, J. P. G.; *METODOLOGIA MULTI-CRITÉRIO PARA ANÁLISE DA QUALIDADE ACÚSTICA EM IGREJAS*; Tese de mestrado; Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto; Universidade do Porto; Porto, 2008
22. Suárez, R.; Alonso, A.; Sendra, J. J.; “Archaeoacoustics of intangible cultural heritage: The sound of the mayor ecclesia of Cluny”; In *JOURNAL OF CULTURAL HERITAGE* vol 19 (pp. 567-572), janeiro de 2016. Consultado [online] em <https://doi.org/10.1016/j.culher.2015.12.003> a 8 de Novembro de 2016