



ROBERTA SMIDERLE

**DIAGNÓSTICO DAS CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS
DE SEIS IGREJAS CATÓLICAS DE CAMPINAS**

**CAMPINAS
2013**



UNICAMP

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

ROBERTA SMIDERLE

DIAGNÓSTICO DAS CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE SEIS IGREJAS CATÓLICAS DE CAMPINAS

Orientadora: Prof(a). Dr(a). Stelamaris Rolla Bertoli

Dissertação de Mestrado apresentada a Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Unicamp, para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil, na área de Arquitetura e Construção.

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO OU TESE DEFENDIDA PELA ALUNA ROBERTA SMIDERLE E ORIENTADA PELA PROF.^a. DR.^a. STELAMARIS ROLLA BERTOLI.

ASSINATURA DA ORIENTADORA

**CAMPINAS
2013**

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Área de Engenharia e Arquitetura
Rose Meire da Silva - CRB 8/5974

Sm42d Smiderle, Roberta, 1985-
Diagnóstico das características acústicas de seis igrejas católicas de
Campinas / Roberta Smiderle. – Campinas, SP : [s.n.], 2013.

Orientador: Stelamaris Rolla Bertoli.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

1. Acústica arquitetônica. 2. Igrejas. 3. Fala - Inteligibilidade. I. Bertoli,
Stelamaris Rolla, 1958-. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em inglês: Acoustical assessment of six Catholic churches in Campinas

Palavras-chave em inglês:

Architectural acoustics

Churches

Speech - Intelligibility

Área de concentração: Arquitetura e Construção

Titulação: Mestra em Engenharia Civil

Banca examinadora:

Stelamaris Rolla Bertoli [Orientador]

Evandro Ziggiatti Monteiro

Erasmus Felipe Vergara Miranda

Data de defesa: 19-02-2013

Programa de Pós-Graduação: Engenharia Civil

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO**

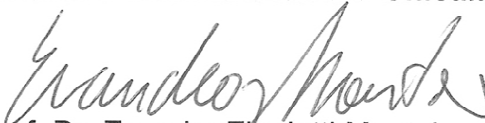
**DIAGNÓSTICO DAS CARACTERÍSTICAS ACÚSTICAS DE SEIS
IGREJAS CATÓLICAS DE CAMPINAS**

Roberta Smiderle

Dissertação de Mestrado aprovada pela Banca Examinadora, constituída por:



**Profa. Dra. Stelamaris Rolla Bertoli
Presidente e Orientadora/FEC-Unicamp**



**Prof. Dr. Evandro Zaggiatti Monteiro
FEC-Unicamp**



**Prof. Dr. Erasmo Felipe Vergara Miranda
UFSC**

Campinas, 19 de fevereiro de 2013.

DEDICATÓRIA

Àqueles que, em momento algum deixaram de acreditar que eu seria capaz: meus pais e meus irmãos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – por financiar essa pesquisa, de acordo com o Processo nº 2010/04344-8.

À FEC / UNICAMP – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas – seus funcionários e professores que participaram de forma direta e indiretamente desse mestrado. Ao LACAF – Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada, pela estrutura disponibilizada.

Agradeço ainda aos que se dedicaram de alguma maneira a ajudar-me no desenvolvimento deste trabalho, quer seja pela liberação de utilização dos espaços a serem estudados, quer seja pelo auxílio direto no desenvolvimento da pesquisa.

Em especial, agradecimentos aos membros das igrejas que possibilitaram o desenvolvimento do meu trabalho.

À minha orientadora Prof.^a Dr.^a Stelamaris Rolla Bertoli, por sua paciência e dedicação a mim durante todo o desenvolvimento do mestrado.

À minha mãe, Delourdes, não apenas por me ajudar nas medições, mas sim por dar todo o apoio possível e impossível. Assim como meu pai, Avelino, que desde sempre acreditaram e dedicaram seus esforços a mim e meus irmãos, além de aguentar todas as fases por que passei. Aos meus irmãos, Mônia e Afonso, pela paciência e até “suporte operacional” que dispuseram a mim durante a pesquisa.

Aos alunos Alexandre, Aline, Iara, Oba, Magda, Matheus e Vanessinha por me ajudarem a entender qual seria o melhor modo de começar, desenvolver e principalmente terminar o trabalho.

E a todos os meus amigos que, mesmo em meus momentos de clausura, não desistiram de mim.

"O distanciamento em relação aos edifícios do passado requer uma longa aprendizagem, com uma duração que o saber não pode abreviar e que é necessária para que a familiaridade seja substituída pelo respeito."

Françoise Choay

RESUMO

SMIDERLE, R. **Diagnóstico das características acústicas de seis igrejas católicas de Campinas**. Campinas: UNICAMP, fevereiro 2013. 231 fls. Defesa (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

A inteligibilidade acústica se faz necessária para várias finalidades em diferentes tipos de ambientes. Dentre esses ambientes as igrejas católicas são locais com ampla variedade de atividades relacionadas à fala e música que requerem inteligibilidade acústica adequada. O comportamento acústico de igrejas é um tema que vem sendo estudado há algum tempo devido ao fato de serem ambientes que agregam diferentes tipos de eventos, missa, culto, palestras, concertos e outras atividades relacionadas ou não à religião, exigindo estudos que levem em conta essa flexibilidade. Ao longo da História do catolicismo, a Igreja, como instituição, passou por diversas mudanças que modificaram o modo como a celebração deveria ser conduzida e também os tipos de atividades, alterando o desempenho acústico requerido nos edifícios. Baseado nessas premissas, verifica-se que a qualidade acústica de tais ambientes é de complexa variabilidade. Nesta dissertação foram avaliadas acusticamente seis igrejas católicas na cidade de Campinas, a Basílica Nossa Senhora do Carmo, Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição, Igreja de Sant'Ana, Igreja de Nossa Senhora das Dores, Igreja de Santa Rita de Cássia e Igreja de São Paulo Apóstolo. As igrejas avaliadas não foram escolhidas aleatoriamente, mas escolhidas em relação ao período de construção e a tipologia arquitetônica de cada uma das igrejas. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho acústico das igrejas considerando as diversas combinações de fontes e receptores sonoros que podem ocorrer no interior da edificação, e buscar relacionar o desempenho acústico com suas características arquitetônicas. A avaliação acústica das igrejas foi feita por meio da análise dos resultados da medição dos parâmetros acústicos Tempo de Reverberação (TR), Tempo de Decaimento Inicial (EDT), Clareza (C_{80}), Definição (D_{50}) e Índice de Transmissão da Fala (STI). Os procedimentos das medições acústicas foram feitas baseadas na norma ISO 3382-1:2009, considerando que os edifícios podem ser considerados como

ambientes de performance de acordo com a tipologia e uso, garantindo que os dados obtidos sejam passíveis a comparações em análises com outros estudos. Os resultados obtidos foram analisados de acordo com padrões propostos na literatura para avaliação de desempenho acústico qualificando o comportamento acústico das igrejas para as atividades desenvolvidas em cada uma delas. Tais resultados demonstraram, em grande maioria, que as igrejas estudadas apresentam parâmetros acústicos de valores inadequados para as atividades desenvolvidas hoje em dia. No entanto, têm-se também em alguns casos, parâmetros adequados a situações específicas, como na Catedral, onde a fonte de orquestra, posicionada sob a cúpula apresenta excelentes valores de Clareza, qualidade de valores também alcançados pelas igrejas de São Paulo Apóstolo e Sant'Ana em posições de coro original. Muitos dos reposicionamentos de fonte sonora ocorridos no interior das igrejas, de acordo com as novas atividades, apresentou valores inferiores aos medidos em posição original, como pode-se perceber na igreja de Nossa Senhora das Dores e na Basílica do Carmo, nas quais as novas posições de coro têm parâmetros acústicos com valores inferiores aos adequados à Clareza. Este estudo trouxe como contribuição o levantamento das características acústicas dessas igrejas, tornando possível a análise e comparação dos dados obtidos com relação a trabalhos posteriores. Sendo possível analisar não apenas os valores para os parâmetros acústicos avaliados, mas também como as características da arquitetura de cada edificação fizeram com que o comportamento acústico se desenvolvesse de tal modo no interior das igrejas.

Palavras-chave: *Acústica. Igrejas. Inteligibilidade.*

ABSTRACT

Acoustic Intelligibility is one of the great important subjects for the performance of many environments such as catholic churches. Such places are used for many types of performances requiring adequate intelligibility for speech and clarity for music. The acoustic performance of worship places has been studied for a while because such places can accommodate not only religious events but also different kinds of events related or not to religion. Along Catholicism history, the church as an institution has been changing over the years the procedure of its rituals such as the mass and opening their temples to other kinds of performances making the acoustic performance of such environments require great deal of complexity. This research analyzed six catholic churches in the city of Campinas, Sao Paulo, Brazil. Churches were chosen according its period of construction and architectural typology. The objective of this research is to study the acoustic performance of these churches and establish a relationship with the architectural characteristics of the temple. Measurement of acoustic parameters such as Reverberation Time (RT), Early Decay Time (EDT), Clarity Index (C80), Definition (D50) and Speech Transmission Index (STI) were used to analyze the acoustic performance of the churches. Measurements were done according to ISO 3382-1:2009. Churches can be considered performance spaces due to its broader possibilities of use, making it possible to compare its data with other similar researches. Results were also analyzed according to procedures specifically proposed for those spaces found in the literature making it possible to qualify the acoustic behavior of churches for each specific use and allowing further studies and comparisons.

Key-words: *Acoustic. Churches. Intelligibility.*

SUMÁRIO

RESUMO.....	xiii
ABSTRACT	xv
LISTA DE FIGURAS	xix
LISTA DE FIGURAS APÊNDICE A.....	xxiii
LISTA DE TABELAS	xxv
1. INTRODUÇÃO	1
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
2.1. Conceitos básicos	5
2.1.1. Nível de pressão sonora.....	5
2.1.2. Frequência sonora.....	5
2.1.3. Comprimento de onda	6
2.1.4. Velocidade de propagação do som	6
2.1.5. Energia sonora	7
2.1.6. Desempenho acústico	8
2.1.7. Sensibilidade auditiva	8
2.1.8. Clareza	9
2.1.9. Ruído de fundo	9
2.2. Parâmetros acústicos para avaliação de salas	10
2.2.1. Resposta impulsiva.....	11
2.2.2. Tempo de reverberação	12
2.2.3. Inteligibilidade da fala	14
2.2.4. Definição.....	15
2.2.5. Clareza	15
2.2.6. Tempo de decaimento inicial	16
2.2.7. Índice de transmissão da fala	17
3. PESQUISAS SOBRE ACÚSTICA DE IGREJAS	19
3.1. Panorama internacional	19
3.2. Panorama nacional	24
4. METODOLOGIA	29
4.1. Escolha das igrejas	29

4.2.	Parâmetros	31
4.3.	Como medir	31
4.4.	Como analisar.....	33
5.	RESULTADOS E DISCUSSÕES	35
5.1.	Basílica Nossa Senhora do Carmo.....	37
5.2.	Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição	50
5.3.	Igreja de Sant’Ana	65
5.4.	Igreja de Nossa Senhora das Dores.....	75
5.5.	Igreja de Santa Rita de Cássia	86
5.6.	Igreja de São Paulo Apóstolo	98
5.7.	Comparativo entre as igrejas.....	109
6.	CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES A TRABALHOS POSTERIORES	117
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
Apêndice – A: Plantas, cortes e posicionamentos de fontes e receptores sonoros das igrejas estudadas.....		127
Apêndice – B: Dados obtidos após medição do comportamento acústico das igrejas.		145

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Faixas de frequência de medições laboratoriais, fala humana e música. (adaptado de MEHTA et al., 1999).....	6
Figura 2. Comprimento da onda em relação à distribuição das partículas de ar em uma onda sonora. (adaptado de MEHTA et al., 1999)	6
Figura 3. Representação de reflexão, absorção e transmissão sonora. (adaptado de MEHTA et al., 1999).....	7
Figura 4. Conjunto de sinais recebidos pelo ouvinte. (adaptado de BROOKS, 2003).....	8
Figura 5. Revisão da Curva Isofônica, segundo ISO 226:2003.....	8
Figura 6. Sequência de sons diretos e refletidos gerados por uma fonte impulsiva. (adaptado de MEHTA et al., 1999).....	11
Figura 7. Exemplo gráfico de resposta impulsiva de um ambiente.....	12
Figura 8. Esquema gráfico de representação de Tempo de Reverberação – (Adaptado de MEHTA et al., 1999 por BOTTAZZINI, 2007).....	12
Figura 9. Tempo ótimo de reverberação para 500 Hz, em função do volume e do uso. (Adaptado de MEHTA et al., 1999 por TAKAHASHI, 2010)	14
Figura 10. Tempo de reverberação: (a) Curto – alta clareza; (b) Longo – baixa clareza. (adaptado de MEHTA et al., 1999).....	16
Figura 11. Gráficos de decaimento sonoro (a) uniforme; (b) inicial rápido, seguido de lento; (c) inicial lento, seguido de rápido. (MEHTA et al., 1999).....	17
Figura 12. Vista interna da Basílica Nossa Senhora do Carmo. (fonte: acervo autor)...	37
Figura 13. Planta principal da Basílica Nossa Senhora do Carmo.	38
Figura 14. Corte da Basílica Nossa Senhora do Carmo.....	38
Figura 15. Planta da Basílica Nossa Senhora do Carmo com os posicionamentos das fontes sonoras.....	39
Figura 16. Planta da Basílica Nossa Senhora do Carmo com os posicionamentos dos receptores sonoros.....	39
Figura 17. Tempo de reverberação (T30) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.....	40
Figura 18. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.....	42
Figura 19. Clareza (C80) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.	44

Figura 20. Definição (D50) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.	47
Figura 21. Vista interna da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição. (fonte: acervo Catedral)	50
Figura 22. Planta principal da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição. (fonte: acervo da Catedral)	51
Figura 23. Corte da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição. (fonte: acervo da Catedral)	52
Figura 24. Planta da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição com os posicionamentos das fontes sonoras.	53
Figura 25. Planta da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição com os posicionamentos dos receptores sonoros.	53
Figura 26. Tempo de reverberação (T30) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.	55
Figura 27. Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.....	57
Figura 28. Clareza (C80) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.....	60
Figura 29. Definição (D50) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.....	62
Figura 30. Vista interna da igreja de Sant'Ana. (fonte: acervo autor).....	65
Figura 31. Planta principal da igreja de Sant'Ana.	66
Figura 32. Corte da igreja de Sant'Ana.	66
Figura 33. Planta da igreja de Sant'Ana com os posicionamentos das fontes sonoras.	66
Figura 34. Planta da igreja de Sant'Ana com os posicionamentos dos receptores sonoros.	66
Figura 35. Tempo de reverberação (T30) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.	68
Figura 36. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.	69
Figura 37. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.....	71
Figura 38. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.	73
Figura 39. Vista interna da igreja de Nossa Senhora das Dores. (fonte: acervo autor)	75
Figura 40. Planta principal da igreja de Nossa Senhora das Dores.....	76

Figura 41. Corte da igreja de Nossa Senhora das Dores.	76
Figura 42. Planta da igreja de Nossa Senhora das Dores com os posicionamentos das fontes sonoras.....	76
Figura 43. Planta da igreja de Nossa Senhora das Dores com os posicionamentos dos receptores sonoros.....	77
Figura 44. Tempo de reverberação (T30) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.	78
Figura 45. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.	80
Figura 46. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.....	82
Figura 47. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.....	84
Figura 48. Vista interna da igreja de Santa Rita de Cássia. (fonte: acervo autor)	86
Figura 49. Planta principal da igreja de Santa Rita de Cássia.....	87
Figura 50. Corte da igreja de Santa Rita de Cássia.	87
Figura 51. Planta da igreja de Santa Rita de Cássia com os posicionamentos das fontes sonoras.	88
Figura 52. Planta da igreja de Santa Rita de Cássia com os posicionamentos dos receptores sonoros.....	89
Figura 53. Tempo de reverberação (T30) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.....	90
Figura 54. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.....	92
Figura 55. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.	94
Figura 56. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.	95
Figura 57. Vista interna da igreja de São Paulo Apóstolo. (fonte: acervo autor)	98
Figura 58. Planta principal da igreja de São Paulo Apóstolo.....	99
Figura 59. Corte da igreja de São Paulo Apóstolo.....	99
Figura 60. Planta da igreja de São Paulo Apóstolo com os posicionamentos das fontes sonoras.	99

Figura 61. Planta da igreja de São Paulo Apóstolo com os posicionamentos dos receptores sonoros.	100
Figura 62. Tempo de reverberação (T_{30}) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.....	101
Figura 63. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.	103
Figura 64. Clareza (C_{80}) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.	105
Figura 65. Definição (D_{50}) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.....	106
Figura 66. Médias de Tempo de Reverberação (TR) em função de frequência nas igrejas.	109
Figura 67. Médias de Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência nas igrejas.	110
Figura 68. Comparativo de médias de Tempo de Reverberação (TR) e de Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em função de frequência nas igrejas.	111
Figura 69. Médias de Definição (D_{50}) em função de frequência nas igrejas.	112
Figura 70. Médias de Clareza (C_{80}) em função de frequência nas igrejas.....	113
Figura 71. Comparativo da média de Tempo de reverberação entre as fontes S1 e S2 na Basílica do Carmo.....	114
Figura 72. Comparativo da média de Tempo de reverberação entre as fontes S1 e S6 na Igreja de Sant'Ana.	114

LISTA DE FIGURAS APÊNDICE A

Figura A.1. Planta principal da Basílica Nossa Senhora do Carmo.....	127
Figura A.2. Corte da Basílica Nossa Senhora do Carmo.	128
Figura A.3. Planta da Basílica Nossa Senhora do Carmo com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.....	129
Figura A.4. Planta principal da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.....	130
Figura A.5. Corte da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.....	131
Figura A.6. Planta da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.....	132
Figura A.7. Planta principal da igreja de Sant'Ana.	133
Figura A.8. Corte da igreja de Sant'Ana.....	134
Figura A.9. Planta da igreja de Sant'Ana com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.....	135
Figura A.10. Planta principal da igreja de Nossa Senhora das Dores.....	136
Figura A.11. Corte da igreja de Nossa Senhora das Dores.	137
Figura A.12. Planta da igreja de Nossa Senhora das Dores com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.	138
Figura A.13. Planta principal da igreja de Santa Rita de Cássia.	139
Figura A.14. Corte da igreja de Santa Rita de Cássia.....	140
Figura A.15. Planta da igreja de Santa Rita de Cássia com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.....	141
Figura A.16. Planta principal da igreja de São Paulo Apóstolo.	142
Figura A.17. Corte da igreja de São Paulo Apóstolo.....	143
Figura A.18. Planta da igreja de São Paulo Apóstolo com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.....	144

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Nível de conforto: Valores dB(A) e NC (NBR 10152/1987).....	10
Tabela 2. Qualificação da inteligibilidade de fala de acordo com STI.....	34
Tabela 3. Relação das fontes e receptores e dos principais parâmetros arquitetônicos em cada igreja.....	35
Tabela 4. Condições climáticas durante medição em cada igreja.....	36
Tabela 5. Distância entre fontes e receptores para Basílica Nossa Senhora do Carmo.	49
Tabela 6. Valores de STI medidos para Basílica Nossa Senhora do Carmo.....	49
Tabela 7. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para Basílica Nossa Senhora do Carmo.	49
Tabela 8. Distância entre fontes e receptores para a Catedral N. S. I. Conceição.	64
Tabela 9. Valores de STI medidos para a Catedral N. S. I. Conceição.	64
Tabela 10. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Catedral N. S. I. Conceição.	64
Tabela 11. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de Sant'Ana.	74
Tabela 12. Valores de STI medidos para a Igreja de Sant'Ana.	74
Tabela 13. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de Sant'Ana.....	74
Tabela 14. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.....	85
Tabela 15. Valores de STI medidos para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.....	85
Tabela 16. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.....	85
Tabela 17. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de Santa Rita de Cássia.	97
Tabela 18. Valores de STI medidos para a Igreja de Santa Rita de Cássia.	97
Tabela 19. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.	97
Tabela 20. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de São Paulo Apóstolo.	108
Tabela 21. Valores de STI medidos para a Igreja de São Paulo Apóstolo.	108
Tabela 22. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.	108

1. INTRODUÇÃO

Houve períodos históricos em que as igrejas católicas se tornaram verdadeiros instrumentos musicais, tal o grau de correspondência entre a forma do edifício e o posicionamento das atividades litúrgicas. Essa correspondência significou, por séculos, a previsibilidade de um bom desempenho acústico, apoiada nas posições fixas tanto das fontes como dos receptores acústicos, em locais marcados pela tradição, no interior dos templos. Um dos fatores a por em risco essa situação de equilíbrio foram as modificações trazidas com o Concílio Vaticano II

A igreja católica têm como principal função a disseminação da fé entre os fiéis. Diversas são as formas que a instituição da igreja utiliza para chegar ao seu objetivo, mas a de maior importância sempre foi a celebração da missa. Essa celebração apresentou modificações em seus ritos no decorrer do tempo, a fim de atender às novas necessidades demandadas pela sociedade.

A última grande alteração nos procedimentos aos quais a igreja deveria seguir em seus rituais e tradições que impactou não apenas no modo de celebração e desenvolvimento das atividades relacionadas à fé, mas também no modo de construir os templos religiosos, foi decorrente do Concílio Vaticano II ocorrido na década de 60 (COMPÊNDIO, 1984).

Após esse encontro, foram preparados cinco documentos, sendo que dois deles têm importância no contexto deste estudo, o Sacrosanctum Concilium e o Inter Oecumenici. Esses documentos apresentam novas diretrizes tanto no que diz respeito aos rituais, quanto a como os locais sagrados devem ser construídos e preservados.

Acusticamente, o principal impacto ocasionado pelas novas regras impostas pós-Concílio se deu por duas alterações: o novo posicionamento do padre (fonte principal) faceando a congregação e não mais o altar, e o idioma usual utilizado pelo padre, que passou a ser o vernacular em contraposição ao latim. No entanto, não apenas essas alterações impactaram no comportamento do som no interior das igrejas.

Após o Concílio Vaticano II, as igrejas passaram a ter maior liberdade de realização das atividades no seu interior, fazendo com que o comportamento do som acabasse por ser diversificado em consideração ao requisitado para atender às celebrações no período da construção dos edifícios. As celebrações passaram a ter novos posicionamentos de fonte sonoras, tanto no que se refere ao padre e ao coro, que em muitas das igrejas foi realocado, como também na importância da participação dos fiéis nas celebrações, fazendo com que o que é falado por eles também necessite de boa compreensão, e até a participação de novas atividades como a apresentação de orquestras.

Igrejas são espaços que tendem a apresentar um longo tempo de reverberação, devido ao fato de, na maioria das vezes, apresentarem grandes volumes. No passado, as igrejas eram construídas a fim de demonstrar a magnificência de Deus perante os homens, sem se aterem ao desempenho acústico do seu interior. O tempo de reverberação, quando muito longo pode gerar a mistura dos sons tanto de fala quanto na música, tornando impossível ao ouvinte separá-las e ter total compreensão do que é exposto.

Embora o Concílio Vaticano II tenha trazido novas diretrizes construtivas para as igrejas, em Campinas, a presença de igrejas construídas após o concílio que ainda mantêm o modelo tradicional é grande. No entanto, a amostra escolhida para esse estudo apresenta basicamente duas tipologias: a tradicional e a moderna. Dentre as modernas, uma delas ainda se atém aos conceitos religiosos tradicionais de celebração.

O comportamento acústico de igrejas e locais de oração é um tema que vem sendo estudado nas últimas décadas. A acústica de tais ambientes possui importante significado como herança cultural, tal como as características arquitetônicas referentes à edificação. Pesquisadores empenhados em estudos deste contexto são encontrados ao redor do mundo, avaliando o desempenho acústico de diversas edificações religiosas.

Ao longo das últimas décadas como exemplos de alguns desses pesquisadores, pode-se citar os estudos de: Raes e Sacerdote(1953), que fizeram a medição acústica de duas basílicas romanas e Shankland e Shankland (1971) que analisaram as mesmas basílicas romanas. Lewers e Anderson (1984) estudaram a Catedral de São Paulo em Londres. Pyshin et al. (2001) estudaram a Catedral Smolny de São Petersburgo. No Brasil, podemos citar Barbo (2009), que estudou a Basílica de Nossa Senhora de Medianeira, em Santa Maria. E, acerca do comportamento sonoro em igrejas japonesas temos, Soeta et al. (2012).

A motivação desta pesquisa surgiu da existência na Universidade de um grupo de pesquisa voltado ao estudo do comportamento acústico de igrejas, o qual teve início com a avaliação de igrejas setecentistas em Minas Gerais, desenvolvida na tese de doutorado de Bottazzini (2007). Campinas, cidade sede da Universidade, possui um grande número de igrejas de diferentes períodos de construção e tipologia construtiva e que ainda não passaram por estudos acústicos. Surgiu assim a oportunidade de dar continuidade à linha de pesquisa, a fim de entender o comportamento acústico de algumas igrejas da cidade.

O objetivo geral desta pesquisa foi de verificar o comportamento acústico de seis igrejas católicas de Campinas partindo da hipótese de os parâmetros acústicos desses ambientes não atenderem aos padrões necessários para um bom desempenho para as finalidades que se destinam. Para tal, o trabalho parte das medições de parâmetros acústicos e analisa os dados obtidos considerando a importância das igrejas escolhidas no momento de sua construção e relacionando as interferências causadas pela arquitetura da edificação, acarretadas pelo estilo e as principais características arquitetônicas.

A dissertação foi estruturada em 7 capítulos. O capítulo 1 traz um panorama geral do trabalho a ser apresentado, além de apresentar os objetivos do trabalho. O capítulo 2 apresenta a fundamentação teórica acerca dos principais conceitos acústicos que serão abordados no trabalho. No capítulo 3, é apresentado o estado da arte referente à avaliação do comportamento acústico de igrejas. O capítulo 4 aborda a

metodologia empregada na pesquisa indicando a escolha do objeto de estudo, os parâmetros acústicos analisados, o tipo de medição, e o método de avaliação empregado. No capítulo 5, são apresentados os resultados encontrados das medições dos parâmetros acústicos feita em cada igreja, do levantamento das características arquitetônicas e ainda as discussões acerca da análise dos resultados dos dados de comportamento acústico encontrados em cada igreja. O capítulo 6 traz as conclusões do trabalho. No capítulo 7 encontram-se as referências empregadas nas citações do embasamento da pesquisa realizada e da análise dos resultados.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Conceitos básicos

2.1.1. Nível de pressão sonora

A sensação de amplitude sonora é representada pelo nível de pressão sonora (NPS) que usa o decibel (dB) como unidade, para indicar que se trata de uma grandeza logarítmica. Usa-se a décima parte do Bel, dado que 1 dB corresponde aproximadamente à menor diferença de volume sonoro que é percebida. A menor pressão percebida pelo ser humano é de 0,00002 Pa, correspondente a 0 dB e a maior pressão sonora audível é de 200 Pa corresponde a 140 dB (GONÇALVES et al., 2009).

2.1.2. Frequência sonora

A frequência sonora (f) é o número de perturbações sofridas pelo ar, relacionada ao tempo de duração. Depende da quantidade de ciclos de onda existentes em determinado período de tempo, conforme Equação 1. De acordo com Mehta et al. (1999), a frequência sonora é um importante conceito acústico uma vez que as propriedades acústicas dos materiais construtivos variam de acordo com as frequências sonoras. A unidade utilizada para mensuração da frequência é o Hertz (Hz).

$$f = \frac{1}{T} \quad (1)$$

Onde,

f corresponde à frequência [Hz];

T período de tempo de um ciclo [s].

A faixa de frequência a qual o ser humano é capaz de perceber o som está entre 20 Hz e 20 kHz. A Figura 1 ilustra faixas de frequência associadas a fenômenos acústicos.

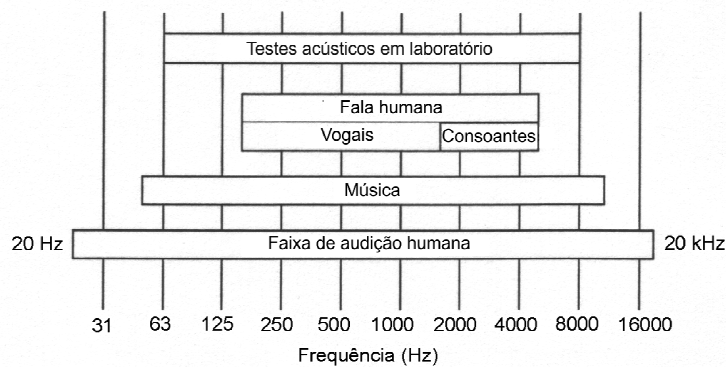


Figura 1. Faixas de frequência de medições laboratoriais, fala humana e música. (adaptado de MEHTA et al., 1999)

2.1.3. Comprimento de onda

O comprimento de onda (λ) é a distância entre os picos quer seja de compressão ou de rarefação do ar (Figura 2). Representa, em uma onda que se propaga no ar, a distância entre duas partículas de ar que estejam sob a mesma situação de vibração. A unidade utilizada para o comprimento de onda no sistema internacional (SI) é o metro (m).

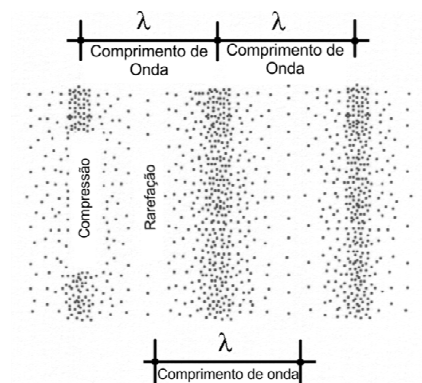


Figura 2. Comprimento da onda em relação à distribuição das partículas de ar em uma onda sonora. (adaptado de MEHTA et al., 1999)

2.1.4. Velocidade de propagação do som

A velocidade de propagação do som é uma característica do meio no qual ele está se propagando. No ar, a velocidade varia de acordo com a temperatura. A Equação 2 apresenta a relação entre a velocidade, a frequência e o comprimento de onda.

(2)

Onde,

c corresponde à velocidade de propagação do som [m/s];

f frequência [Hz];

λ comprimento da onda [m].

2.1.5. Energia sonora

Os materiais possuem propriedades acústicas, como de reflexão, absorção ou ainda transmissão do som. Quando uma onda sonora incide sobre os limites de um ambiente fechado, essa onda pode ter sua energia dividida em três partes, sendo parte da energia sonora refletida para o ambiente, parte absorvida pelo material e o restante transmitido através do material limítrofe (Figura 3).

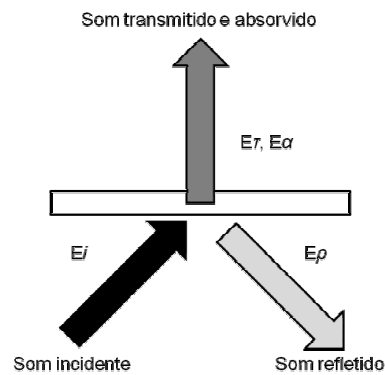


Figura 3. Representação de reflexão, absorção e transmissão sonora. (adaptado de MEHTA et al., 1999)

Considerando as parcelas de energia comparadas com a energia incidente, têm-se os coeficientes relativos à reflexão, absorção e transmissão, que pode ser representado pela Equação 3:

(3)

Onde,

ρ coeficiente de reflexão;

α coeficiente de absorção;

τ coeficiente de transmissão.

2.1.6. Desempenho acústico

O desempenho acústico de salas, segundo Brooks (2003), é percebido pelo ser humano por meio da interação entre os sinais sonoros que são emitidos pela fonte principal, pelo ruído externo e ainda de ruídos provenientes de outras fontes (Figura 4). A percepção acústica é a interação entre fenômenos físicos interpretados de forma psicológica.

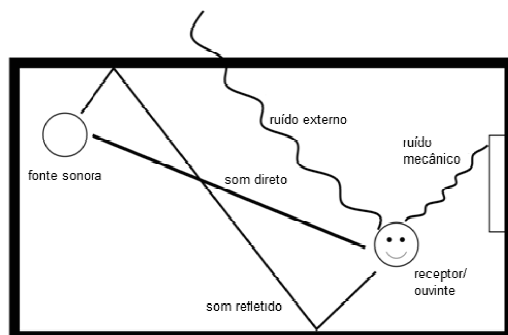


Figura 4. Conjunto de sinais recebidos pelo ouvinte. (adaptado de BROOKS, 2003)

2.1.7. Sensibilidade auditiva

A sensibilidade auditiva do ser humano varia de acordo com o nível de pressão sonora e a frequência, como pode ser visto na curva do limiar da audição (Figura 5). A sensibilidade é maior entre 600 e 4000 Hz, e diminui significativamente abaixo e acima desses limites, sendo necessário um maior nível de pressão sonora para que se faça compreensível as demais faixas de frequência. Essa curva foi revisada e sofreu uma pequena alteração. Como pode ser visto no gráfico extraído da ISO 226:2003, onde a curva revisada é representada em vermelho e a anterior em azul tracejado. (Figura 5)

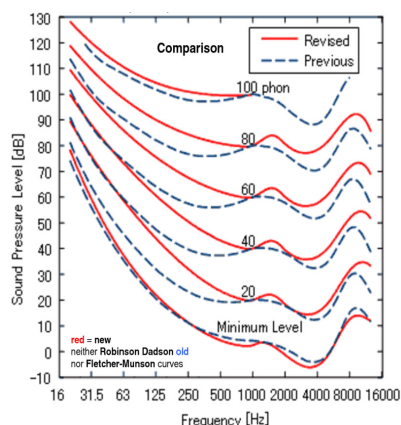


Figura 5. Revisão da Curva Isofônica, segundo ISO 226:2003.

2.1.8. Clareza

A clareza de um sinal sonoro que é compreendida pelo ouvinte em um ambiente fechado depende da interação do som direto e de suas reflexões, além das interferências sonoras externas que são entendidas como ruído de fundo. As reflexões sonoras não são ouvidas como eventos separados a menos que o atraso entre eles seja maior que 50 milissegundos e quando inferior a esse tempo, as reflexões sonoras atuam como reforço do som.

2.1.9. Ruído de fundo

O ruído de fundo está presente em todo ambiente, e sua existência é uma condição acústica importante para locais de audição a fim de que se tenha compreensão da informação que é passada além de propiciar conforto ao usuário. O ruído de fundo é também utilizado como um critério de conforto. Na norma brasileira NBR 10152/1987 são estabelecidos níveis de conforto para ruído de fundo em ambientes diversos e apresentados em uma Tabela os valores recomendados a locais específicos sem a interferência de atividades em seu interior (Tabela 1).

O ruído de fundo excessivo torna mais difícil o entendimento da fala. Segundo a norma NBR 10152/1987, o nível sonoro dentro de igrejas deve estar entre 40 e 50 dB(A), sendo que o valor inferior representa o nível sonoro recomendado e o superior o nível sonoro máximo aceitável para que se tenha conforto acústico no ambiente.

Tabela 1: Nível de conforto: Valores dB(A) e NC (NBR 10152/1987).

Locais	dB(A)	NC
Hospitais		
Apartamentos, Enfermarias, Berçários, Centros cirúrgicos	35 - 45	30 - 40
Laboratórios, Áreas para uso do público	40 - 50	35 - 45
Serviços	45 - 55	40 - 50
Escolas		
Bibliotecas, Salas de música, Salas de desenho	35 - 45	30 - 40
Salas de aula, Laboratórios	40 - 50	35 - 45
Circulação	45 - 55	40 - 50
Hotéis		
Apartamentos	35 - 45	30 - 40
Restaurantes, Salas de Estar	40 - 50	35 - 45
Portaria, Recepção, Circulação	45 - 55	40 - 50
Residências		
Dormitórios	35 - 45	30 - 40
Salas de estar	40 - 50	35 - 45
Auditórios		
Salas de concertos, Teatros	30 - 40	25 - 30
Salas de conferências, Cinemas, Salas de uso múltiplo	35 - 45	30 - 35
Restaurantes	40 - 50	35 - 45
Escritórios		
Salas de reunião	30 - 40	25 - 35
Salas de gerência, Salas de projetos e de administração	35 - 45	30 - 40
Salas de computadores	45 - 65	40 - 60
Salas de mecanografia	50 - 60	45 - 55
Igrejas e Templos (Cultos meditativos)	40 - 50	35 - 45
Locais para esporte		
Pavilhões fechados para espetáculos e atividades esportivas	45 - 60	40 - 55

2.2. Parâmetros acústicos para avaliação de salas

Com o estudo crescente na área do comportamento acústico de salas, diversos são os parâmetros encontrados atualmente para que se possa fazer a caracterização de um ambiente. Nesse item são apresentados os parâmetros acústicos mais usuais empregados na avaliação acústica de salas e que foram utilizados no desenvolvimento desta pesquisa, bem como a técnica utilizada para obtenção desses parâmetros.

2.2.1. Resposta impulsiva

Existem diversas técnicas para fazer a medição dos parâmetros que caracterizam o comportamento acústico de um ambiente. De posse dos dados, pode-se analisar se os valores dos parâmetros acústicos são adequados ou não. A técnica de resposta impulsiva é uma delas, e é utilizada para analisar a resposta de um ambiente a ser acusticamente examinado. Essa técnica se utiliza de um impulso sonoro, quer seja ele gerado por um equipamento específico, quer por um simples impulso como o de um tiro, o bater de palmas ou ainda o estouro de um balão.

O diagrama de impulso (Figura 6) apresenta a distribuição temporal do som, a partir do momento em que ele é gerado, quando o ouvinte tem a recepção do som direto, até a extinção de suas reflexões. Nesse diagrama, o eixo vertical expressa o nível de pressão sonora (NPS) e no eixo horizontal o tempo de chegada do som direto e de suas reflexões na posição do ouvinte.

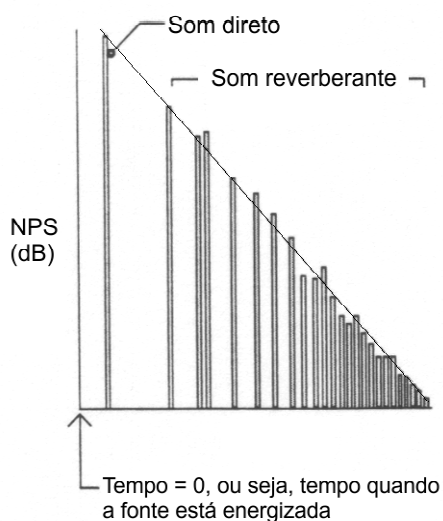


Figura 6. Sequência de sons diretos e refletidos gerados por uma fonte impulsiva. (adaptado de MEHTA et al., 1999)

Um método de analisar a resposta impulsiva de um ambiente (Figura 7) se dá usando como sinal sonoro a varredura de senos (sweeps), a qual é caracterizada pela emissão de um sinal sonoro de intensidade constante no tempo enquanto a frequência aumenta. Tal varredura pode ser feita de forma linear ou logarítmica a fim de captar a reverberação do espaço analisado (BOTTAZZINI, 2007).

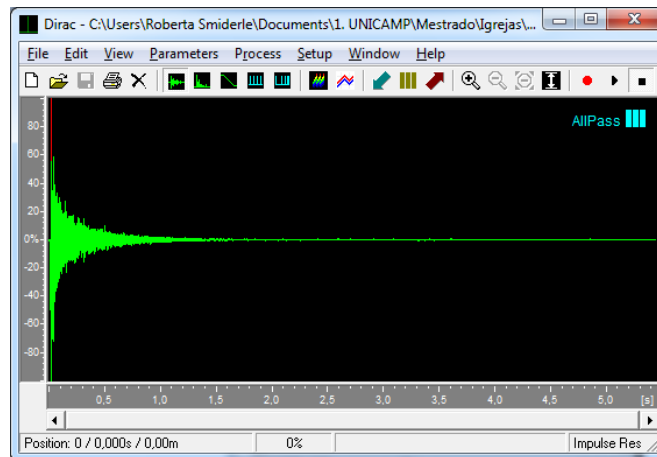


Figura 7. Exemplo gráfico de resposta impulsiva de um ambiente.

2.2.2. Tempo de reverberação

Reverberação é o efeito que representa a persistência do som ao se propagar pelo ambiente, devido às reflexões sonoras geradas pelas superfícies. O tempo de reverberação é o parâmetro que representa essa persistência. Um ambiente onde o som tem reflexões que demoram para se extinguir é chamado de ambiente reverberante ou ambiente “vivo”.

Define-se o Tempo de Reverberação como o tempo necessário para que o nível de pressão sonora de um sinal sonoro em um ambiente apresente decaimento de 60 dB após cessada a fonte (Figura 8).

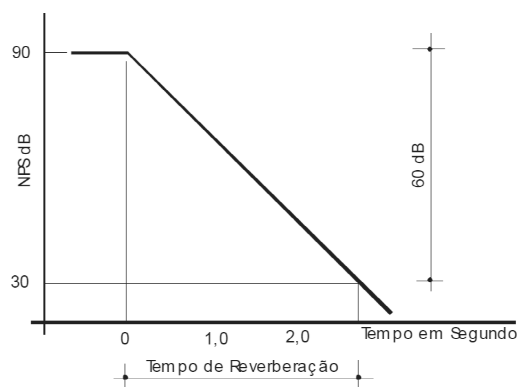


Figura 8. Esquema gráfico de representação de Tempo de Reverberação – (Adaptado de METHA et al., 1999 por BOTTAZZINI, 2007).

No início do século XX, Wallace Clement Sabine estabeleceu a relação entre o tempo de reverberação e as características arquitetônicas da edificação, como volume e a absorção dos materiais de revestimento de superfícies. A relação proposta por Sabine foi então aprimorada e pode ser representada pelas Equações 4, 5 e 6:

$$TR = \frac{55,3}{c} \times \frac{V}{S} \quad [s] \quad (4)$$

$$c = 331 + 0,6T \quad [m/s] \quad (5)$$

$$S = A \times \alpha \quad [m^2 \cdot sabine] \quad (6)$$

Onde,

TR corresponde ao tempo de reverberação [s];

V volume do ambiente [m³];

c velocidade de propagação do som [m/s];

T temperatura [°C];

S área de absorção sonora [m²];

A área da superfície [m²];

α coeficiente de absorção do material da superfície [sabine].

Cada tipo de ambiente necessita de um tempo de reverberação adequado para as atividades que acontecem em seu interior e que é função do volume da edificação. A Figura 9 apresenta valores de tempos ótimos de reverberação indicados para diversas atividades em função do volume do ambiente, para a frequência de 500 Hz.

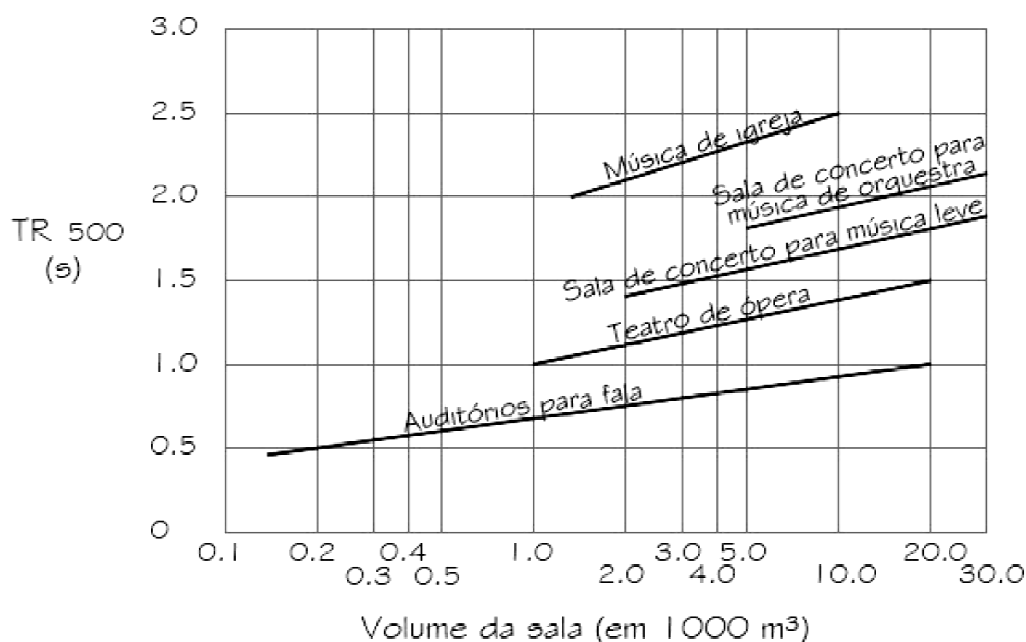


Figura 9. Tempo ótimo de reverberação para 500 Hz, em função do volume e do uso.
(Adaptado de MEHTA et al., 1999 por TAKAHASHI, 2010)

2.2.3. Inteligibilidade da fala

As atividades da fala realizadas em um ambiente têm a inteligibilidade influenciada pelo nível de pressão sonora e tempo de reverberação. Nível de pressão sonora elevado e tempo de reverberação inadequado prejudicam a inteligibilidade da fala em um ambiente.

A inteligibilidade da fala pode ser avaliada pela relação entre as palavras faladas e as palavras entendidas em um ambiente, expressa em porcentagem. Para que a comunicação seja efetiva, a inteligibilidade da fala deve ser superior a 90%. Sabe-se que a inteligibilidade de 100% de palavras simples exige uma nível sonoro 10 dB(A) acima do ruído de fundo além de um tempo de reverberação adequado do ambiente em relação à atividade a ser desenvolvida (NEPOMUCENO, 1994).

Dentre as principais características acústicas de um espaço está esse conceito de inteligibilidade da fala, pois reflete o entendimento das palavras em seu interior. Para

locais onde a comunicação é primordial, inteligibilidade acústica é um fator decisivo para o projeto do ambiente.

2.2.4. Definição

A Definição (D_{50}) é um dos parâmetros acústicos usados para quantificar a inteligibilidade da fala de um ambiente. O ouvinte, para ter bom entendimento do que é falado, deve receber a maior quantidade de reflexões até 50 milissegundos após a chegada do sinal direto. Essas reflexões servem para reforçar o som direto. Matematicamente, definição é a razão entre a energia sonora da resposta impulsiva de um ambiente, entre 0 e 50 milissegundos, e a energia sonora total da resposta impulsiva. Pode ser estabelecida pela relação da Equação 7 (KUTTRUFF, 1999):

$$D_{50} = \frac{\int_0^{50 \text{ ms}} [g(t)]^2 \cdot dt}{\int_0^{\infty} [g(t)]^2 \cdot dt} \quad (7)$$

Onde,

o numerador refere-se à energia sonora de resposta impulsiva entre 0 e 50 ms;
e o denominador é a energia sonora total da resposta impulsiva do ambiente.

2.2.5. Clareza

A Clareza (C_{80}) é um dos parâmetros acústicos usados para quantificar a inteligibilidade relacionada à música em um ambiente.

O ouvinte, para ter bom entendimento, deve receber a maior quantidade de reflexões até 80 milissegundos após a chegada do sinal direto. Essas reflexões servem para reforçar o som direto. Matematicamente, a clareza de um ambiente pode ser estabelecida pela relação da Equação 8 (KUTTRUFF, 1999):

$$C_{80} = 10 \log \left\{ \frac{\int_0^{80 \text{ ms}} [g(t)]^2 \cdot dt}{\int_0^{\infty} [g(t)]^2 \cdot dt} \right\} \quad [dB] \quad (8)$$

Onde,

o numerador refere-se à energia sonora de resposta impulsiva entre 0 e 80 ms;

e o denominador é a energia sonora total da resposta impulsiva do ambiente.

A Clareza está relacionada ao Tempo de Reverberação. Quanto maior o TR, menor a clareza. A Figura 10 indica esse comportamento. A proporção de área correspondente aos 80 milissegundos comparado com a área relativa à energia reverberante é menor quando o TR é maior, pois corresponde a uma parcela menor do tempo de decaimento dos 60 dB.

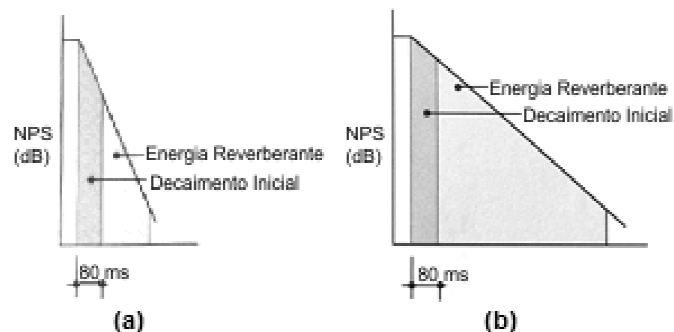


Figura 10. Tempo de reverberação: (a) Curto – alta clareza; (b) Longo – baixa clareza. (adaptado de MEHTA et al., 1999)

Os valores de C_{80} podem variar numa faixa de ± 4 dB (FABBRI et.al.,1998). Os valores recomendados de C_{80} para música em um ambiente estão entre de +1 a - 4 dB para as frequências de 500 a 2 kHz (METHA et.al., 1999). Quando a música pode ser percebida com suas articulações sonoras precisas onde as notas musicais são separadas umas das outras, dizemos que a sala apresenta bom grau de clareza.

2.2.6. Tempo de decaimento inicial

O parâmetro Tempo de Decaimento Inicial EDT (Early Decay Time) corresponde ao tempo de decaimento sonoro medido no intervalo entre 0 e -10 dB depois que a fonte é desligada. Esse parâmetro é normalizado para 60 dB, assim como o TR, para efeito de comparação. É expresso em segundos e medido em função da frequência (IRVINE, 1998).

Segundo Mehta et al. (1999), a Figura 11 mostra que para um mesmo TR o decaimento inicial pode ser diferente para cada situação. O tempo de decaimento medido por partes pode dar informações mais adequadas quanto ao comportamento do som no ambiente, pois pode apresentar primeiros decaimentos diferenciados. A primeira parte do decaimento sonoro (EDT) é a que dá a sensação subjetiva de reverberância (MEHTA et al., 1999).

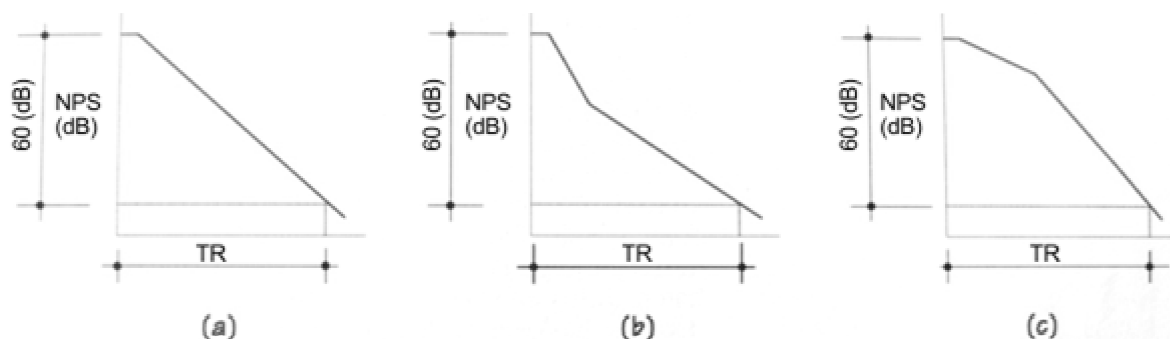


Figura 11. Gráficos de decaimento sonoro (a) uniforme; (b) inicial rápido, seguido de lento; (c) inicial lento, seguido de rápido. (MEHTA et al., 1999)

2.2.7. Índice de transmissão da fala

Outro parâmetro usado para avaliar a inteligibilidade da fala em um ambiente é o índice de transmissão da fala (STI – Speech Transmission Index).

Houtgast e Steeneken (1973 apud KUTTRUFF, 1999) desenvolveram um modo de converter os dados de transmissão da fala medidos em bandas de oitava e em diversas modulações de frequência em um único sinal que foi denominado como Índice de Transmissão da Fala (STI). Esse índice (STI) é dependente do tempo de reverberação e do nível de ruído de fundo. Depois de variados experimentos, pesquisadores chegaram à conclusão de que o STI está bem próximo à inteligibilidade da fala e é expresso por valor puro que varia de 0 a 1.

3. PESQUISAS SOBRE ACÚSTICA DE IGREJAS

Igrejas são locais de grande complexidade acústica. Segundo Martellotta (2008), são espaços complexos do ponto de vista geométrico, pois tanto o formato quanto as dimensões são extremamente variados. Suas formas variam desde um simples espaço retangular semelhante a auditórios até a complexidade de igrejas barrocas, caracterizadas por paredes curvas, cúpulas e com muitos adornos.

Há nas igrejas uma grande variedade no que diz respeito às atividades que ocorrem no seu interior bem como na maneira como as celebrações são realizadas. Em uma mesma ocasião acontecem fala, cântico e, em alguns casos músicas com instrumentos como órgão, o que demanda um comportamento acústico distinto para que cada uma dessas atividades aconteça com desempenho e qualidade. Devido a essa ampla variedade de comportamento e requisitos, igrejas e seu desempenho acústico têm sido tema constante de interesse em pesquisas de diversos pesquisadores. Pesquisas dedicadas ao estudo de igrejas variam tanto o objetivo da pesquisa quanto a tipologia dos locais avaliados.

3.1. Panorama internacional

No âmbito internacional, estudos sobre a qualidade acústica das igrejas vêm sendo desenvolvidos a algumas décadas, apresentando maior ênfase a partir da década de 1990.

São encontrados relatos de estudos referentes desde a alteração no modo de desenvolver o projeto arquitetônico de uma igreja a fim de atender de melhor forma as necessidades dos participantes, como no caso apresentado pelo escocês Proctor. (2005) até as influências acústicas causadas pelas interações entre estilo arquitetônico e desempenho acústico, estudadas na Espanha por Navarro et al. (1997). Ou ainda relatos relacionados ao desempenho acústico do espaço e sua interação com mobiliário conforme Martellotta e Cirillo. (2009) na Itália.

A análise da literatura científica acerca do tema mostra que, embora sejam numerosos os estudos referentes ao desempenho acústico de igrejas, eles não apresentam os mesmos níveis de aprofundamento que caracterizam os estudos encontrados referentes a teatros e salas de concerto.

Recentemente surgiram alguns estudos mais aprofundados quanto à caracterização acústica das igrejas. Como exemplos desses aprofundamentos aparecem os estudos realizados pelo grupo de pesquisas liderado pelo professor Ettore Cirillo, em 2005, do Politécnico de Bari, na Itália. Nesse projeto estão reunidos pesquisadores de três Universidades Italianas, Universidade de Bari (POLIBA), de Pavia (UNIPV) e de Veneza (IUAV). Cada uma das Universidades dispõe de tecnologias e conhecimentos diversos, dessa forma se pode fazer uma análise mais ampla do comportamento acústico das igrejas italianas. São empregadas técnicas de análise em modelos em escala ou virtuais, e também o tratamento de dados relativos à absorção acústica e a difusão sonora dos materiais construtivos presentes nas igrejas.

As interferências do estilo arquitetônico e características construtivas foram amplamente estudadas por pesquisadores. Segundo Carvalho (1994), as igrejas são tipos de edificações que apresentam requisitos arquitetônicos e acústicos muito especiais e que, ao longo da história, vem sofrendo várias alterações e adaptações. É preciso ter melhor compreensão de suas características acústicas em função da evolução estilística e formal.

Carvalho (1994) testou a hipótese de interação entre o comportamento acústico de igrejas portuguesas e a evolução do método construtivo em diferentes estilos arquitetônicos. Utilizou-se de parâmetros acústicos, como tempo de reverberação, clareza e definição, dando assim um embasamento ampliado da interação da arquitetura em relação a diversos parâmetros acústicos, não apenas ao volume e tempo de reverberação.

Cirillo e Martellotta (2006) descreveram o comportamento acústico de igrejas de diversas localidades da Itália, por meio de ensaios com aplicação da técnica de

resposta impulsiva. Descreveram ainda os parâmetros arquitetônicos, levantando dados como revestimento de piso, paredes, material do forro e também dimensões como volume e comprimento. Tal estudo revelou o quão difícil é estabelecer o tempo de reverberação, tendo em vista que se altera muito as características acústicas de acordo com as superfícies desses espaços. Em suma, puderam aferir que tal análise deve ser feita de forma ampla em função do estilo arquitetônico e materiais construtivos de cada igreja.

A relação entre o comportamento acústico, parâmetros arquitetônicos e o volume de igrejas estudadas por Cirillo e Martellotta (2007) foi comparada aos dados medidos por outros pesquisadores em diversas igrejas européias a fim de encontrar semelhanças principalmente quanto ao tempo de reverberação, por ser o parâmetro comumente analisado. Tal estudo tinha por enfoque demonstrar a dependência do comportamento acústico às características arquitetônicas específicas de cada igreja.

O comportamento sonoro de igrejas quando da sua utilização para outros fins, que não a missa e demais celebrações religiosas, também foi tema já abordado por pesquisadores, como Carvalho (1995) e Magrini e Ricciardi (2002).

Com o intuito de dar um panorama simplificado das alterações que a própria liturgia católica sofreu ao decorrer do tempo, Carvalho (1995) cita as principais mudanças implementadas, como a troca de língua do grego por latim, no século 4, e depois em 1965, pela língua vernacular de cada país, dando então uma ênfase à necessidade de maior inteligibilidade da fala. Também expõe sobre a extinção de cânticos e depois o retorno deles e o uso de instrumentos musicais durante as celebrações, requerendo assim um comportamento diversificado da edificação quanto ao som.

Tendo em vista que as igrejas muitas vezes são utilizadas para outros fins como, a apresentação de orquestras, teatros ou mesmo uso como auditório, Magrini e Ricciardi (2002), visando entender o comportamento acústico de algumas igrejas de Gênova utilizados nessas situações, analisaram parâmetros acústicos variados, e

depois os compararam a dados existentes de outras igrejas e também de alguns teatros italianos.

Magrini e Ricciardi (2005) apresentaram resultados da análise de 27 igrejas que poderiam ser utilizadas como auditório ou então para performances musicais, por desempenharem um comportamento acústico similar aos espaços destinados a essas finalidades.

A influência no comportamento acústico das igrejas, ocasionada pela alteração da proporção de absorção sonora, devido à presença de pessoas no interior das igrejas e também por bancos ocupados ou não, foi tema abordado por alguns pesquisadores em seus estudos.

A fim de demonstrar a interferência causada pela ocupação nas igrejas, Desarnaulds et al. (2002) analisaram o comportamento acústico de seis igrejas nas condições ocupada e vazia. Os resultados levaram à conclusão de que a ocupação das igrejas faz com que a inteligibilidade acústica seja melhorada, devido à diminuição do tempo de reverberação, ocasionada pelo aumento da absorção sonora causada pelas pessoas. No entanto, com a presença de pessoas, existem outros fatores que podem prejudicar a inteligibilidade como o aumento do ruído de fundo e também da umidade e temperatura. Em um método simples de estudo da interferência causada por pessoas, chegaram à conclusão de que é possível fazer uma previsão empírica de qual é a alteração na absorção causada pela presença de pessoas.

Uma série de estudos acerca do comportamento dos bancos de igrejas foram desenvolvidos por Martellotta em conjunto com outros pesquisadores. Com o intuito de aprimorar os estudos referentes à influência dos bancos, Martellotta junto com Cirillo inicialmente fizeram estudos de absorção de seis tipologias de bancos em madeira medidos em câmara reverberante e, em seguida, a fim de validar o método, fizeram análises experimentais em três igrejas. Ainda nesse estudo com o software *CATT-Acoustics v. 8.0c*, validaram o modelo para uma das igrejas, e verificaram a interferência de todas as tipologias de bancos estudados (Martellotta e Cirillo, 2008).

O aprimoramento dos estudos referentes ao comportamento dos bancos e também à absorção de pessoas ocorreu com Martellotta et al. (2011a), quando realizaram experimentos em laboratório para atestar o comportamento acústico dos bancos. Tais estudos demonstraram que a absorção é mais afetada pelo número de pessoas do que à área que elas ocupam, e que, quando aumenta a densidade de pessoas ou quando elas se sentam, a superfície corporal exposta diminui, alterando a absorção total. Tal estudo mostra a variabilidade a que as condições de análise dos bancos estão sujeitas e como elas podem influir no comportamento sonoro. Esses resultados foram depois validados *in loco* por Martellotta et al. (2011b).

Carvalho (2011 e 2012) analisou por meio de testes em laboratório realizados em câmara reverberante, o comportamento de absorção de bancos em madeira comumente utilizados em igrejas católicas. Foram analisados três tipos de bancos em três situações: livres, ocupados com pessoas, e com a presença de almofadas sobre eles. Tal estudo se deu a fim de obter o ganho de absorção sonora e a influência ocasionada por ela no comportamento acústico das igrejas. Mostrou que a média de absorção encontrada nos levantamentos onde os bancos são ocupados por pessoas é superior àqueles revestidos apenas com almofadas, e que os bancos livres apresentam absorção sonora baixa.

Há relatos na literatura referente ao tema, acerca da intenção de tornar acessíveis dados já medidos de comportamento acústico e também propor uma padronização dos dados obtidos a fim de facilitar o estudo e também a comparação das medições feitas nas igrejas. Carbonari et al. (2007) apresentaram uma sequência de métodos de medição para serem utilizados na caracterização acústica de igrejas, propondo uma abordagem similar quanto à escolha da disposição de fontes e receptores e suas combinações. Martellotta et al. (2009) apresentaram ainda o que viria a servir como um tutorial para medições, sugerindo desde essas combinações, até a escolha de sinal e faixa de frequência a ser abordada, além de sugestões de equipamentos.

Em Portugal, Silva (2008) fez em sua dissertação de mestrado, a compilação de dados referentes a diversas igrejas portuguesas já analisadas, a fim de facilitar o acesso aos dados a todos os interessados. Fez ainda a sugestão de valores ótimos para que exista um termo comparativo entre os resultados obtidos nas igrejas e aqueles que seriam os esperados para se garantir melhor desempenho acústico.

3.2. Panorama nacional

No Brasil, estudos referentes ao comportamento acústico de igrejas são recentes e iniciaram-se nos últimos quinze anos. Eram estudos preliminares e com menor aprofundamento se comparados aos trabalhos encontrados sobre o desempenho no exterior. Na bibliografia referente ao tema podemos observar também que os estudos sobre o comportamento acústico de igrejas, utilizam-se de poucos parâmetros acústicos para análise.

Fernandes (2000) relata a análise acústica de uma igreja de Bauru, em estilo neo-gótico, na qual avaliou a inteligibilidade da fala utilizando dois métodos, o subjetivo e o analítico. Para o primeiro método utilizou índice de acerto por sílabas padronizadas e, para o segundo, cálculo do índice de transmissão da fala por meio do tempo de reverberação calculado com o uso do software *LMS versão 3.15*, tanto para geração, quanto leitura dos sinais acústicos, em relação ao ruído de fundo. Nesse estudo ele conseguiu apresentar uma visão simplificada de como se dá o comportamento acústico daquela igreja em relação aos materiais que a compõe, no entanto sem grande aprofundamento pela pouca diversidade dos em parâmetros acústicos utilizados.

Em Maringá, Cunico e Pietrobon (2002) realizaram um estudo preliminar do comportamento acústico da Catedral Basílica Menor Nossa Senhora da Glória. Para avaliar o desempenho acústico, utilizaram-se de parâmetros como o nível de pressão sonora relacionado ao ruído de fundo; do cálculo do tempo de reverberação através do uso do software *Reverb 1.0* com os dados construtivos da edificação; e aplicaram ainda um teste subjetivo para expressar a inteligibilidade no interior da igreja. Como resultados obtiveram altos valores para tempo de reverberação e um valor médio de

58,9% de porcentagem de articulação para inteligibilidade, concluindo então que a igreja necessitava de intervenção para aprimorar o desempenho. Tal estudo, ainda dentre os iniciais do Brasil, apresenta um parecer do comportamento acústico, principalmente pelo fato de o tempo de reverberação não ter sido medido *in loco*, mas sim calculado com o uso do software *Reverb 1.0*. Uma das dificuldades de obter o parâmetro por simulação é que o software em questão não dispunha de todas as características arquitetônicas existentes na igreja, demandando assim o uso de parâmetros construtivos aproximados para caracterização.

O comportamento acústico em algumas igrejas de Porto Alegre foi apresentado por Simões et al. (2005). No estudo referido foi analisado o desempenho de quatro igrejas do século XIX, referente aos parâmetros de tempo de reverberação, tempo de decaimento inicial e inteligibilidade. A inteligibilidade foi testada por meio da análise do índice da perda de consoantes entendidas em função do tempo de reverberação, distância fonte-receptor e ruído de fundo. Nesse estudo observa-se o avanço no campo das pesquisas relacionadas ao comportamento acústico de igrejas no Brasil, tendo em vista um maior detalhamento de parâmetros e também a obtenção de valores, como o tempo de reverberação, a partir de medição *in loco* e não mais dados obtidos por parâmetros calculados a partir da descrição arquitetônica simulada por meio do software *AcustaCadd*.

Ainda na linha de pesquisa do comportamento acústico de igrejas também entendidas como patrimônio histórico religioso brasileiro, foram estudadas as igrejas setecentistas de Minas Gerais. Bottazzini e Bertoli (2006) apresentaram resultados referentes à inteligibilidade acústica obtidos em três igrejas barroco-rococó de Ouro Preto, por meio de análise de resposta impulsiva de parâmetros como o índice de transmissão da fala, clareza, definição e tempo de reverberação. Em tal artigo, em especial, faz-se menção às principais alterações impostas pela igreja após o Concílio Vaticano II que afetaram no desempenho acústico dos edifícios já existentes e o contexto no qual as edificações foram erigidas.

Em sua tese de doutorado, Bottazzini (2007) destinou a pesquisa ao estudo de diversas igrejas setecentistas de Minas Gerais. O foco da pesquisa se estendia não apenas ao desempenho dos parâmetros quanto à palavra falada, mas sim observando as reais necessidades acústicas existentes nos edifícios analisados, que no caso inclui a música. A pesquisa foi feita utilizando-se de variado número de parâmetros acústicos, visando caracterizar os edifícios para todas as necessidades. Uma vez que, segundo Bottazzini (2007), o conforto acústico depende dos níveis de pressão sonora que sejam compatíveis com as condições humanas no desempenho de suas atividades, sendo a qualidade acústica de uma sala também composta por atributos subjetivos, para que proporcionem um bom desempenho acústico.

Bottazzini e Bertoli (2008) compararam as características arquitetônicas das igrejas mineiras e a influência que os materiais construtivos e também o estilo arquitetônico empregado na construção atuam no comportamento acústico das igrejas estudadas. Foi analisado o comportamento de igrejas barrocas com relação à inteligibilidade do som, medido por meio da obtenção da resposta impulsiva das edificações e calculados os parâmetros de clareza, definição, tempo de reverberação e tempo de decaimento inicial, tornando possível então a demonstração da influência sonora existente em igrejas com grande presença de talhas e retábulos em madeira.

De forma a analisar a resposta acústica de uma igreja, mas utilizando-se de um elemento diferenciado para geração do impulso sonoro, Barbo et al. (2009) analisaram o Santuário-Basílica de Nossa Senhora Medianeira, no Rio Grande do Sul, de estilo arquitetônico contemporâneo. O dispositivo construído em madeira foi desenvolvido para a Universidade Federal de Santa Maria - UFSM. Esse estudo fez parte da dissertação de mestrado apresentada por Barbo (2009), com o qual foram feitas as excitações impulsivas necessárias para se fazer as medições de parâmetros acústicos como tempo de reverberação, clareza, tempo de decaimento inicial, índice de transmissão da fala e definição. Esse trabalho se distingue dos demais pelo uso de um método alternativo para excitação do ambiente. Podia-se avaliá-lo por meio da resposta a um tiro ou o estouro de um balão, ou ainda por meio da geração de sons com o uso

de softwares, no entanto, optaram pela implementação de um novo meio para auxiliar na medição *in loco*.

Não apenas com medições *in loco*, mas também com simulações computacionais, Sant'Ana e Zannin (2009) analisaram o comportamento de uma igreja barroca localizada em Curitiba, com a qual aferiram a calibração do software *Odeon 7.01* com o uso de um modelo computacional para predição de parâmetros acústicos de uma igreja. Para tal, fizeram levantamento de todas as características arquitetônicas que compõe a igreja estudada, de modo coletar dados para serem utilizados no software *Odeon 7.01* no momento da simulação. Como resultado geral da pesquisa, obtiveram em simulação dados muito próximos àqueles medidos *in loco*, tendo uma variação média inferior a 5%, fazendo então confiável o sistema computacional escolhido para investigação de parâmetros que são mais difíceis de serem levantados *in loco*, como por exemplo, frações laterais.

Em relatos mais recentes, Sant'Ana e Zannin (2011) analisaram a acústica de uma igreja contemporânea na cidade de Curitiba. A análise foi feita através de medições acústicas de tempo de reverberação, definição e índice de transmissão da fala tanto *in loco*, quanto por meio de simulações computacionais. Para a simulação utilizaram o software *Odeon 7.01* já antes aferido, para obtenção de demais dados não medidos *in loco*, o que faz com que a pesquisa vá além do estudo apenas do tempo de reverberação como era feito no início das pesquisas no Brasil.

Os trabalhos mais recentes realizados no Brasil referentes ao tema demonstram o amadurecimento e a qualidade dos estudos nacionais acerca do comportamento acústico de igrejas.

4. METODOLOGIA

A metodologia utilizada para o desenvolvimento deste trabalho desenvolveu-se em quatro etapas. A etapa inicial refere-se à escolha das igrejas a serem utilizadas como objeto de estudo; as etapas seguintes foram o levantamento espacial dos edifícios para obtenção de plantas e cortes atualizados, as medições para caracterização do comportamento acústico de cada igreja, e finalizando com a análise dos resultados obtidos.

4.1. Escolha das igrejas

A cidade de Campinas surgiu de um ponto de parada que os tropeiros costumavam utilizar no percurso de São Paulo e Jundiaí, à região das Minas Gerais e de Goiás. Para suprir as demandas apresentadas por esses tropeiros, pessoas passaram a estabelecer moradia nessa paragem. Esse contingente foi aumentando pouco a pouco até que uma vila fosse instalada no século XVIII (BADARÓ, 1996).

Para suprir as necessidades religiosas das pessoas que se instalaram nesse período, a diocese de São Paulo recebeu uma petição por parte do Cônego Antônio de Toledo Lara para que se instalasse no local uma capela e também um cemitério (PUPO, 1983).

Uma pequena capela foi construída, a fim de atender às necessidades das pessoas que moravam na região. Com o desenvolvimento alcançado por Campinas devido não apenas à localização estratégica, mas posteriormente também à cultura do café e da cana-de-açúcar, um maior número de igrejas foi surgindo e, para demonstrar o poder aquisitivo que tal região estava alcançando, vários foram os projetos de grande valor arquitetônico que foram erigidos. Muitas das igrejas surgiram ainda de antigas capelas existentes nas fazendas da região. Já outras, mais recentes, surgiram devido ao crescimento da cidade e o número cada vez maior de habitantes que aumentou a demanda por igrejas em outras regiões da cidade.

De acordo com dados da Arquidiocese de Campinas, a cidade possui um número relativamente grande de igrejas católicas, distribuídas em noventa paróquias,

que foram construídas ao longo da história de Campinas, representando assim, diferentes períodos e estilos arquitetônicos. Para caracterizar o comportamento acústico de igrejas de diferentes períodos históricos e arquitetônicos de Campinas, uma amostra de seis igrejas foi selecionada diante ao grande número existente na cidade. A amostra escolhida representa diferentes formatos e estilos arquitetônicos empregados na construção.

O critério de escolha dessas igrejas se deu principalmente pela data de construção da edificação e pela tipologia arquitetônica de cada uma delas. Os edifícios escolhidos foram a Basílica Nossa Senhora do Carmo, a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora Conceição e as igrejas Sant'Ana, Nossa Senhora das Dores, Santa Rita de Cássia e São Paulo Apóstolo.

A Basílica de Nossa Senhora do Carmo, datada de 08.05.1870, foi construída em substituição à pequena capela erguida na fundação da cidade e continuou como antiga matriz até a construção da nova matriz (MARTINS, 2009). A matriz nova é a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição, datada de 08.12.1883, e, segundo Leite (2004), quando da sua construção era uma das mais belas e mais grandiosas igrejas do estado de São Paulo, tendo sido construída em uma cidade que ainda possuía um pequeno número de habitantes, o que já preconizava o crescimento da mesma. Ambas estão localizadas na região central e são referentes à formação da cidade e o início de seu crescimento.

Como exemplares de edificações de arquitetura mais usuais às igrejas católicas brasileiras, foram estudadas a Igreja de Sant'Ana, com fundação na data de 08.09.1894, essa localizada no distrito de Sousas e a Igreja de Nossa Senhora das Dores, datada de 27.08.1936, localizada no bairro do Cambuí. Para representar obras mais recentes e de arquitetura menos usual, as igrejas escolhidas foram a Igreja Santa Rita de Cássia, datada de 22.05.1964, e a Igreja São Paulo Apóstolo, inaugurada em 16.08.1966, localizadas nos bairros Nova Campinas e Guanabara, respectivamente. Foram escolhidas devido ao fato de possuírem formato bastante distinto em relação às demais edificações das igrejas encontradas no restante da cidade e também terem

suas construções finalizadas após o término do Concílio Vaticano II, que interferiu não só no modo de celebrar a missa, como também nos requisitos para a construção.

4.2. Parâmetros

Neste estudo, os parâmetros acústicos escolhidos e o modo de medição a serem utilizados foram baseados na norma ISO 3382-1:2009, a qual se refere a ambientes de performance. Os parâmetros medidos e analisados foram: tempo de reverberação (TR), tempo de decaimento inicial (EDT), Clareza (C80), Definição (D50), e Índice de Transmissão da Fala (STI). Todos os parâmetros foram medidos em função da frequência e cobrindo a faixa de 125 Hz a 4000 Hz. A norma ISO 3382-1:2009 utilizada se deve ao fato de que devido ao tamanho das igrejas, volume e função, essas podem ser classificadas como ambientes de performance, assim como teatros ou auditórios.

4.3. Como medir

As medições dos parâmetros para avaliar o comportamento acústico das igrejas escolhidas foram feitas com base na norma ISO 3382-1:2009, a qual traz sugestões quanto aos equipamentos que devem ser usados e a faixa de frequência a ser abrangida.

Seguindo a norma ISO 3382-1:2009, devem ser utilizados para a medição do comportamento acústico das igrejas: uma fonte sonora omnidirecional; o sinal sonoro a ser utilizado deve ser ruído, impulso ou determinístico; os microfones omnidirecionais; e a faixa de frequência deve abranger no mínimo valores entre 125 Hz a 4 kHz, e em banda de 1/1 oitava.

Os equipamentos utilizados nas medições foram escolhidos diante da disponibilidade de equipamentos oferecidos pelo Laboratório de Conforto Ambiental e Física Aplicada – LACAF – UNICAMP. Foram empregados nas medições: uma fonte sonora omnidirecional (BK 4296), composta por um grupo de doze alto-falantes dispostos em forma de dodecaedro, a qual foi conectada ao amplificador sonoro (BK

2716); e ao medidor sonoro (BK 2238 Mediator), calibrado e aferido com calibrador (BK 4231); todos esses equipamentos são da marca Bruel & Kjaer (B&K).

O sinal escolhido para as medições foi o de uma varredura de senos (e-sweep), gerada pelo software de avaliação acústica de salas Dirac Room Acoustics (BK 7841). Foram 4 varreduras, com duração do sinal de 5,36s, duração escolhida dentre as opções do software de acordo com o volume de cada espaço em questão.

O posicionamento de fonte sonora foi estabelecido para atender aos principais pontos que são normalmente usados nos rituais de cada igreja em questão, mas ainda atendendo a uma configuração mínima comum a todas as igrejas. Os pontos para posicionamento da fonte sonora que foram escolhidos como comuns a todas as igrejas foram: o altar (como o centro do ato litúrgico), o púlpito, a congregação (uma vez que ela tem uma participação ativa cantando e respondendo às orações), o coro atual (que está presente na maioria das atividades) e o coro original, quando existente (usado apenas em eventos especiais).

Em todas as posições as fontes sonoras foram dispostas a uma altura de 1,5 m em relação ao piso. Nas posições de fonte correspondentes ao padre, a fonte estava a 1,5 m de distância também da face vertical do altar; e nas demais, distante 1 m ao menos de paredes reflexivas, como pede a norma ISO 3382-1:2009, com exceção apenas aos púlpitos, nos quais o som deve simular o posicionamento da voz humana no local.

Os microfones foram posicionados na área dos ouvintes, mesmo não se tratando de um espaço de performance propriamente dito. Foi levada em consideração a área de bancos e também a área dos corredores laterais, quando existentes. No estudo também foi considerada a posição da poltrona do padre. Isso porque, uma vez que a congregação de fiéis foi levada em conta, o padre tem conexão direta ao que é dito e respondido.

O posicionamento dos microfones sugerido pela norma ISO 3382-1:2009 deve ser distante ao menos $\frac{1}{4}$ do comprimento de onda, de superfícies refletoras e 1,2 m acima do piso. A distância estabelecida para as superfícies foi de 1 m.

4.4. Como analisar

Para fazer a análise dos parâmetros acústicos avaliados neste estudo, utilizaram-se dados encontrados na bibliografia referente ao tema. Esses dados estabeleciam os valores ideais a serem alcançados a fim de propiciar desempenho adequado às atividades em questão desenvolvidas em cada uma das igrejas.

Para o Tempo de Reverberação, os valores foram analisados de acordo com o gráfico encontrado em Mehta et al. (1999) ilustrado pela Figura 9 desta dissertação. Mehta et al. trazem referências aos valores de tempo de reverberação em função do volume analisado. A consideração da adEquação do espaço das igrejas foi analisada para as atividades de fala, música de orquestra e música sacra.

O Tempo de Decaimento Inicial (EDT) foi analisado em função da comparação com o tempo de reverberação. De modo que a resposta de cada igreja avaliada para o parâmetro de EDT apresentasse sensação de reverberância maior ou menor de acordo com os valores ótimos estabelecidos para o tempo de reverberação.

Para a análise do parâmetro de Clareza (C_{80}), foram considerados como aceitáveis os valores encontrados na norma ISO 3382-1 e para consideração de valores ótimos os encontrados em Fabbri (1998, apud BOTTAZZINI, 2008). São considerados aceitáveis para música os valores de C_{80} encontrados entre -5 dB e 5 dB, e ótimos os valores encontrados entre -2 dB e 2 dB.

Na análise do comportamento acústico para o parâmetro de Definição (D_{50}), sabe-se que quanto mais próximo a 1 for o valor encontrado, melhor será a definição da fala no espaço em questão. Para a avaliação das igrejas estudadas, adotou-se o valor de 0,5 como adequado à fala, o que corresponderia aos valores adotados em Bottazzini (2008).

O índice de transmissão da fala (STI) foi classificado de acordo com o valores estabelecidos pela norma IEC 60268-16. Apresenta uma relação entre STI e a inteligibilidade da fala de forma que valores entre 0 e 0,30 são considerados ruins, valores entre 0,30 e 0,45 são pobres, valores entre 0,45 e 0,60 razoáveis, 0,60 e 0,75 bons e excelentes são os encontrados entre 0,75 e 1. Essa relação é apresentada na Tabela 2:

Tabela 2. Qualificação da inteligibilidade de fala de acordo com STI.

STI [-]	
Intervalo	Qualidade
0,00 a 0,30	Ruim
0,30 a 0,45	Pobre
0,45 a 0,60	Razoável
0,60 a 0,75	Bom
0,75 a 1,00	Excelente

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

As igrejas avaliadas na pesquisa foram: Basílica Nossa Senhora do Carmo, Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição, Igreja de Sant'Ana, Igreja Nossa Senhora das Dores, Igreja de Santa Rita de Cássia e Igreja São Paulo Apóstolo.

Foram consideradas as características particulares de cada uma delas para a escolha referente ao posicionamento que seria utilizado para as fontes e receptores sonoros. A Tabela 3 apresenta a quantificação de fontes e receptores dispostos em cada igreja, além dos parâmetros arquitetônicos de volumes e áreas principais, e capacidade de público.

Tabela 3. Relação das fontes e receptores e dos principais parâmetros arquitetônicos em cada igreja.

Relação Posicionamentos e Principais Parâmetros Arquitetônicos							
Igrejas	Fontes	Receptores	Área Total	Área Audiência	Volume Total	Volume Coro	Capacidade
	[u]	[u]	[m ²]	[m ²]	[m ³]	[m ³]	[pessoas]
Nossa Senhora do Carmo	7	16	640,87	440,85	5482,87	193,12	324
Catedral	8	14	817,35	514,71	15388,58	508,19	700
Sant'Ana	6	8	221,05	122,78	1378,69	47	120
Nossa Senhora das Dores	7	12	551,04	373,73	6635,68	350,5	288
Santa Rita de Cássia	6	10	947,67	740,18	13312,67	622,51	560
São Paulo Apóstolo	5	10	583,15	248,98	3576,6	*	370
* A igreja de São Paulo Apóstolo não possui coro.							

Para fins de comparação entre a forma e a distribuição dos espaços das igrejas, todos os desenhos são apresentados na mesma escala, ainda que gráfica. Para melhor visualização de detalhes, as plantas e cortes das igrejas são encontradas no Apêndice A em escala ampliada.

A escolha dos pontos de medição dos parâmetros acústicos foi feita a fim de atender às fontes relativas às principais atividades desenvolvidas em cada igreja como fala e música. Os receptores foram posicionados ao longo da nave a fim de analisar a

qualidade acústica percebida pelos ouvintes e no altar para analisar como o padre percebe as demais partes da celebração das quais ele não é o responsável.

Durante os trabalhos de medição dos parâmetros acústicos, as condições climáticas foram levantadas para fins de controle no caso de possível simulação futura. Os dados referentes a temperatura e umidade, bem como nível de pressão sonora de fundo, e data e horário das medições são descritos na Tabela 4.

Tabela 4. Condições **climáticas** durante medição em cada igreja.

Ruído de fundo										
[unidade referencial]										
Igrejas	Data de medição	Horário de medição	Nível de pressão sonora médio (Leq) [Hz]						Temperatura	Umidade
			125	250	500	1000	2000	4000	[°C]	[%rF]
Nossa Senhora do Carmo	08/01/2012	15:32	43,6	44,9	41,9	39,7	31,3	22,9	27,6	60,5
Catedral	21/10/2011	22:26	41,4	41,1	37,1	37	31,1	23,5	23	53,7
Sant'Ana	18/11/2011	12:48	51,5	49,9	43,9	40	29,9	35,5	22	61,4
Nossa Senhora das Dores	14/12/2011	14:52	53	52,3	43,1	46,6	37,2	32,1	26,3	63,5
Santa Rita de Cássia	05/12/2011	16:26	49	50,4	36,1	31,9	30,2	32,8	25,5	67,1
São Paulo Apóstolo	13/12/2011	12:21	49	45,6	41,2	38,7	31,8	25,6	26,9	67,1

A apresentação dos resultados foi feita por igreja. São apresentados: um breve histórico de cada edificação escolhida; os dados referentes às características arquitetônicas principais do projeto, planta e corte; a escolha dos pontos para disposição dos equipamentos de medição; e os resultados da avaliação acústica.

5.1. Basílica Nossa Senhora do Carmo

A Basílica Nossa Senhora do Carmo é oficialmente a igreja mais antiga construída em Campinas (Figura 12). A planta inicial foi construída ainda como uma pequena capela quando a cidade começou a se formar, no final do século XVIII. Desde então, a planta original sofreu diversas interferências e alterações.



Figura 12. Vista interna da Basílica Nossa Senhora do Carmo. (fonte: acervo autor)

A planta atual foi terminada na década de 1930, em estilo neo-gótico. A Basílica está localizada no centro da cidade e é uma importante referência histórica considerando o estabelecimento e desenvolvimento da cidade de Campinas (MARTINS, 2009). Alterações na planta anterior foram feitas a fim de adequar a igreja às novas demandas da cidade na época e também a um novo estilo arquitetônico, levando em consideração que essa iria deixar de ser a catedral. A configuração atual é ilustrada pelas Figuras 13 e 14.

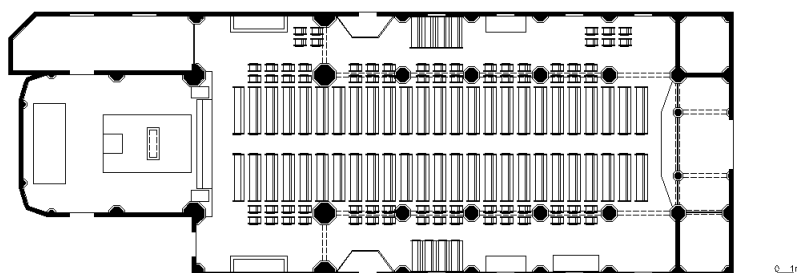


Figura 13. Planta principal da Basílica Nossa Senhora do Carmo.

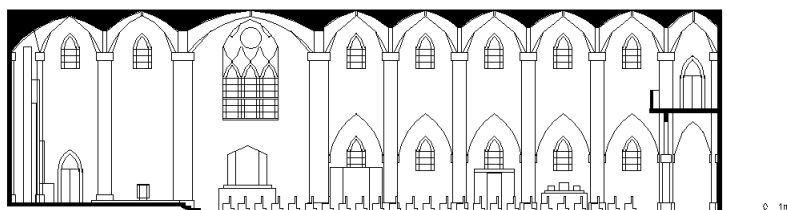


Figura 14. Corte da Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Na última grande intervenção realizada na Basílica, novas fachadas e torres foram construídas em alvenaria e rebocadas externa e internamente. A edificação apresenta planta simétrica. A nave possui cinquenta bancos em madeira, dispostos em duas linhas e corredores laterais com alguns bancos e cadeiras dispostas para acomodar as pessoas em pé. O piso da nave é revestido por ladrilhos hidráulicos e o piso do altar principal com granito polido. O altar principal é esculpido em mármore, assim como os laterais. Um órgão de tubos está posicionado no lado oposto ao altar principal, junto ao coro. Todo o mobiliário é em madeira. O forro é revestido por reboco, com alguns detalhes de ornamentação e apresenta estilo neo-gótico.

Na Basílica, o posicionamento da fonte sonora para a medição foi estabelecido para atender aos principais posicionamentos que são normalmente usados nas atividades realizadas. Os pontos escolhidos foram: o altar (S1), como o centro do ato litúrgico, o altar (S2), como antiga posição de celebração do padre; o púlpito do lado direito (S3) e do lado esquerdo (S4); o coro (S5) que está presente na maioria das atividades; a congregação (S6); e o segundo coro (S7) usado esporadicamente, o qual é a posição original (Figura 15).

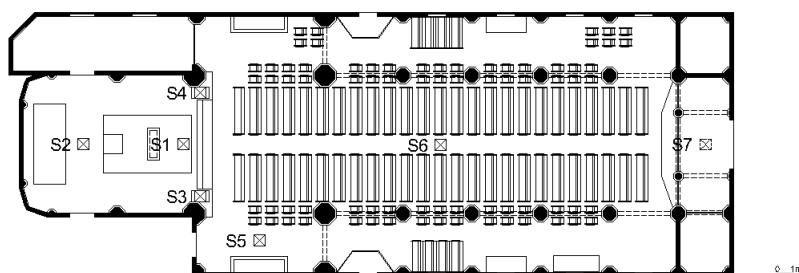


Figura 15. Planta da Basílica Nossa Senhora do Carmo com os posicionamentos das fontes sonoras.

Os pontos receptores foram dispostos na principal área de posicionamento dos ouvintes. Sendo a Basílica simétrica pelo eixo longitudinal da nave principal, os pontos receptores identificados como (01), (03), (05), (07), (09) e (11) foram dispostos para estudar o comportamento acústico na área da congregação. Devido à simetria, os pontos denominados (02), (04), (06), (08), (10) e (12) foram dispostos de forma espelhada aos receptores em relação ao eixo. Para analisar o comportamento nos corredores laterais, receptores foram posicionados em (13) e (14), e para as posições do padre, adotou-se (15) para a posição próxima ao altar e (16) para a poltrona do padre (Figura 16).

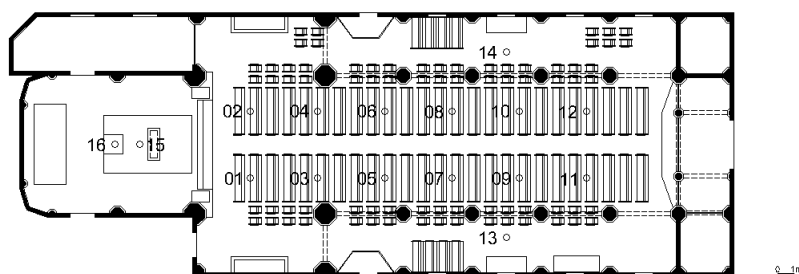


Figura 16. Planta da Basílica Nossa Senhora do Carmo com os posicionamentos dos receptores sonoros.

Segundo valores de TR indicados por Mehta et al. (1999), para o volume da Basílica, os valores de Tempo de Reverberação para a frequência de 500 Hz deveriam ser de 0,8 s para fala, 1,8 s para música de orquestra e 2,3 s para música sacra para que seu desempenho fosse adequado. De acordo com a Figura 17 nota-se que em nenhuma das posições de fonte sonora medidas, os valores de TR foram atingidos para as atividades descritas, sendo superiores aos valores recomendados.

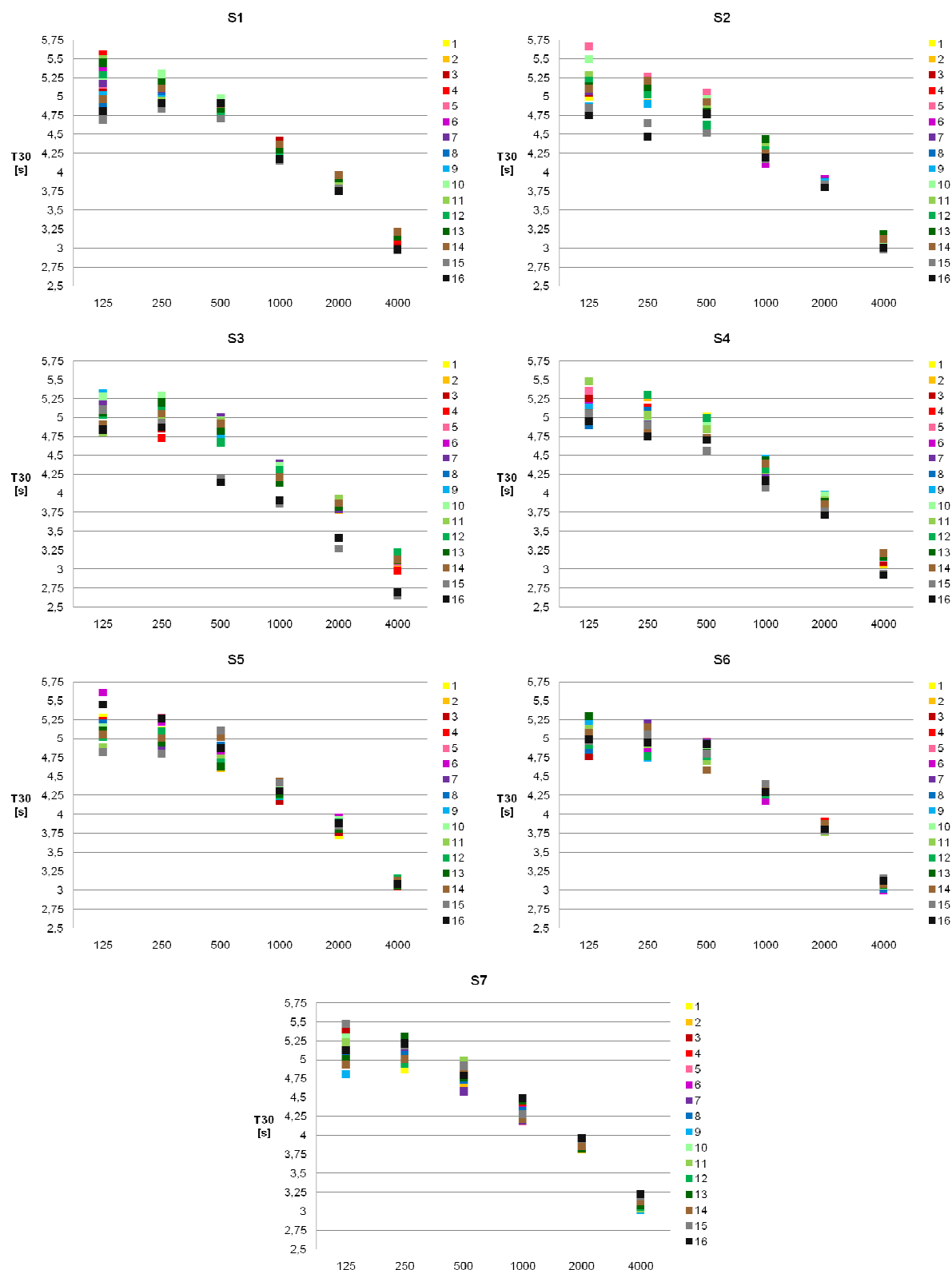


Figura 17. Tempo de reverberação (T_{30}) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.

O comportamento acústico de TR em função da frequência em todas as posições de fontes sonoras apresenta semelhança, sendo mais alto em baixa frequência e decaindo com o aumento da frequência. Outro ponto de semelhança notado no comportamento é que a maior variação de valores medidos em todos os receptores ocorre na frequência de 125Hz, e na frequência de 4kHz a variação é inferior a 0,5 s em todos os receptores sonoros dispostos na igreja.

Em todas as combinações de fontes sonoras e receptores observa-se que quanto mais longe está o receptor da fonte, mais alto é o TR. O único caso onde há exceção é para a fonte S5 e o receptor 16. Tal comportamento se explica devido ao fato de, embora a distância entre eles não seja grande, quando analisado o receptor 16 em planta, percebe-se que esse está situado em um ponto que apresenta sombra acústica relativa a essa fonte.

O Tempo de Decaimento Inicial (EDT) medido na Basílica apresenta comportamento sonoro distinto do analisado para TR. Diferente de TR, o EDT apresenta grande variação de valores de reverberação entre os receptores sonoros, acontecendo para todas as frequências medidas (Figura 18).

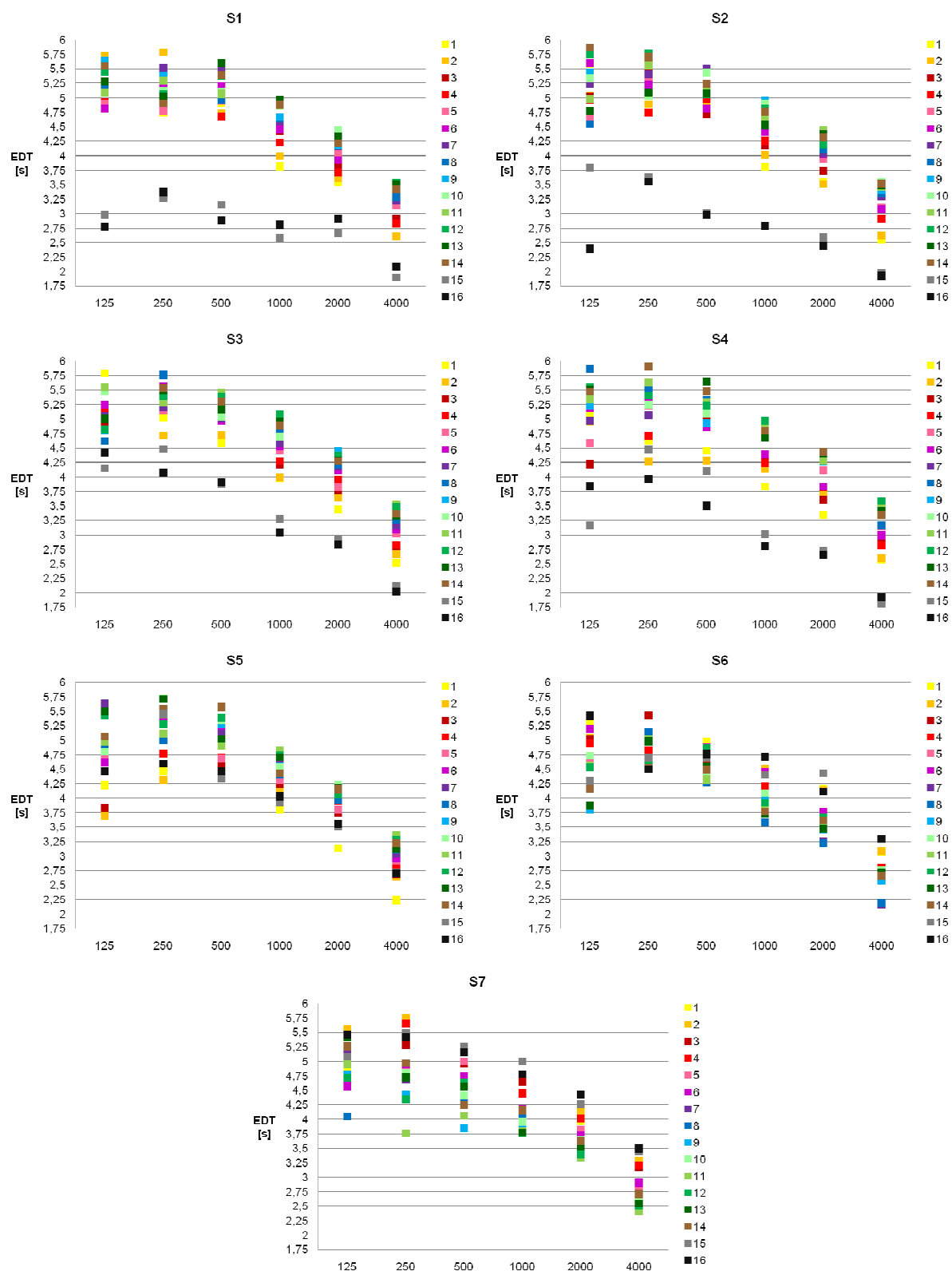


Figura 18. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.

A fonte S1 apresenta valores de EDT inferiores quando comparados aos medidos para TR nas posições do altar, no entanto os demais receptores apresentam valores próximos aos de TR. A fonte S2 apresenta um aumento do EDT em comparação a TR nos pontos mais distantes da fonte. Já os receptores próximos mantêm os valores. As posições de altar são as que apresentam menores valores de EDT, devido ao fato de estarem no mesmo volume e proporcionarem reflexões mais próximas.

As fontes S3 e S4 são as que apresentam maior intervalo de valores de EDT em função de frequência para os diversos receptores analisados. Os valores de EDT medidos nos receptores do altar são os que apresentaram diminuição de valores em relação ao TR.

Para a fonte S5, é notada uma elevação dos valores de EDT para as frequências de 125 Hz e 250 Hz, e decaimento em 4 kHz quando comparados aos valores obtidos em TR. As fontes S6 e S7 apresentam diminuição do EDT em comparação ao TR quando relacionado aos receptores sonoros próximos e aumento para os mais distantes.

A análise do parâmetro de Clareza mostrou que o comportamento acústico é bastante similar para todas as fontes sonoras (Figura 19). Poucas são as combinações de fonte e receptores sonoros que atendem aos padrões considerados adequados para o bom desempenho musical, que deve estar entre -5 dB e 5 dB. As melhores respostas encontradas são em alta frequência. Apenas atendem aos padrões as combinações onde a fonte sonora o receptor apresentam pouca distância.

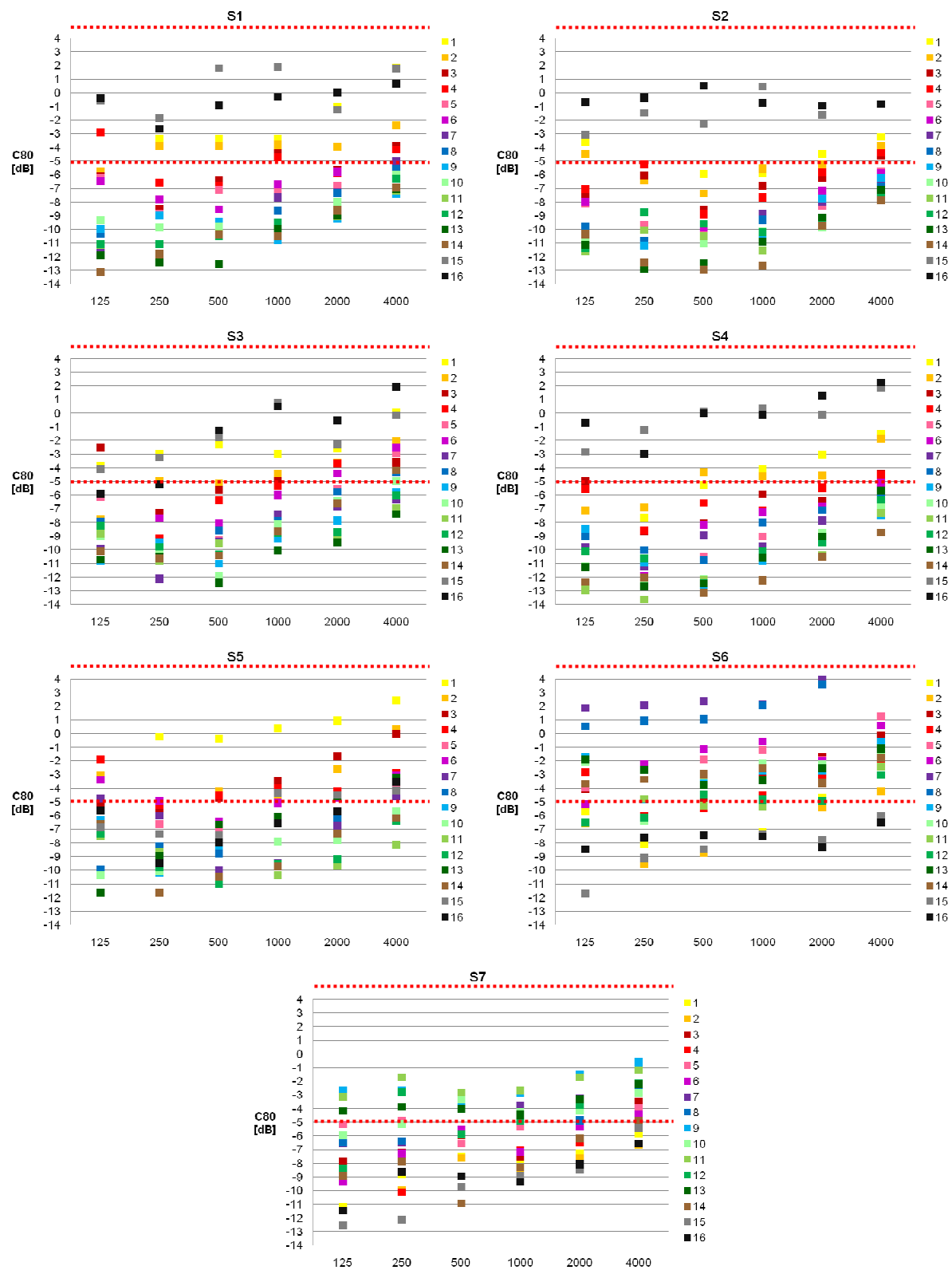


Figura 19. Clareza (C80) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Para a fonte S1, os pontos mais próximos, ou então os localizados no altar foram os que obtiveram melhores resultados de clareza, sendo classificados como ótimos ou então aceitáveis. Já dentre os receptores mais distantes, os receptores 13 e 14 dispostos nos corredores laterais apresentam piores valores de C_{80} , o que pode ser explicado pelo posicionamento atrás de pilares, que podem acarretar em sombra acústica.

Para a fonte S2, o comportamento sonoro apresenta comportamento semelhante ao de S1 nas diferentes frequências, no entanto com valores inferiores de C_{80} . Isso pode ser explicado pelo fato de S2 estar mais distante dos receptores que S1.

As fontes S3 e S4 apresentaram curva de valores de C_{80} com comportamento semelhante. Apenas as posições de altar obtiveram bom desempenho quanto à clareza. A fonte S4 teve valores mais baixos de C_{80} , o que talvez possa ser explicado pela existência de uma capela lateral. Para ambas as fontes, as piores respostas foram nos corredores do lado oposto, pela grande distância e também por estarem localizados atrás de pilares.

Para a fonte S5, correspondente ao novo posicionamento do coro, os valores encontrados apenas atenderam aos valores adequados de C_{80} no receptor sonoro posicionado mais próximo (01) onde a distância era inferior a 4 m. A maior variação de respostas de receptores em função da frequência aconteceu para 125 Hz. A fonte S6, representando a assembléia, foi a que apresentou menor diferenciação de resposta em função de frequência para todos os receptores. Os receptores sonoros que atenderam aos padrões foram aqueles posicionados mais próximos à fonte, e a resposta é melhor em 4 kHz.

A fonte S7, representando a posição do coro original, apresentou valores aceitáveis para clareza apenas nas posições de receptores sonoros posicionados do centro ao fundo da nave principal. A resposta dos outros receptores piora com o aumento da distância. A maior variação de valores de clareza encontrados acontece para as baixas frequências.

A Definição da fala (D_{50}) mostrou resposta inferior aos valores aceitáveis considerado de 0,5, com exceção apenas da fonte S6, referente à assembléia, quando analisados os receptores mais próximos. Para as duas fontes que apresentam principal atividade relacionada à fala, S1 e S2, os valores de definição ficaram muito abaixo do recomendado, comportamento que talvez possa ser atribuído ao estilo arquitetônico neo-gótico da Basílica, que tinha a música como principal atividade e não precisava se ater ao desempenho para fala. As respostas de D_{50} não apresentaram grande variação em função de frequência, sofrendo uma pequena elevação de valores em alta frequência (Figura 20).

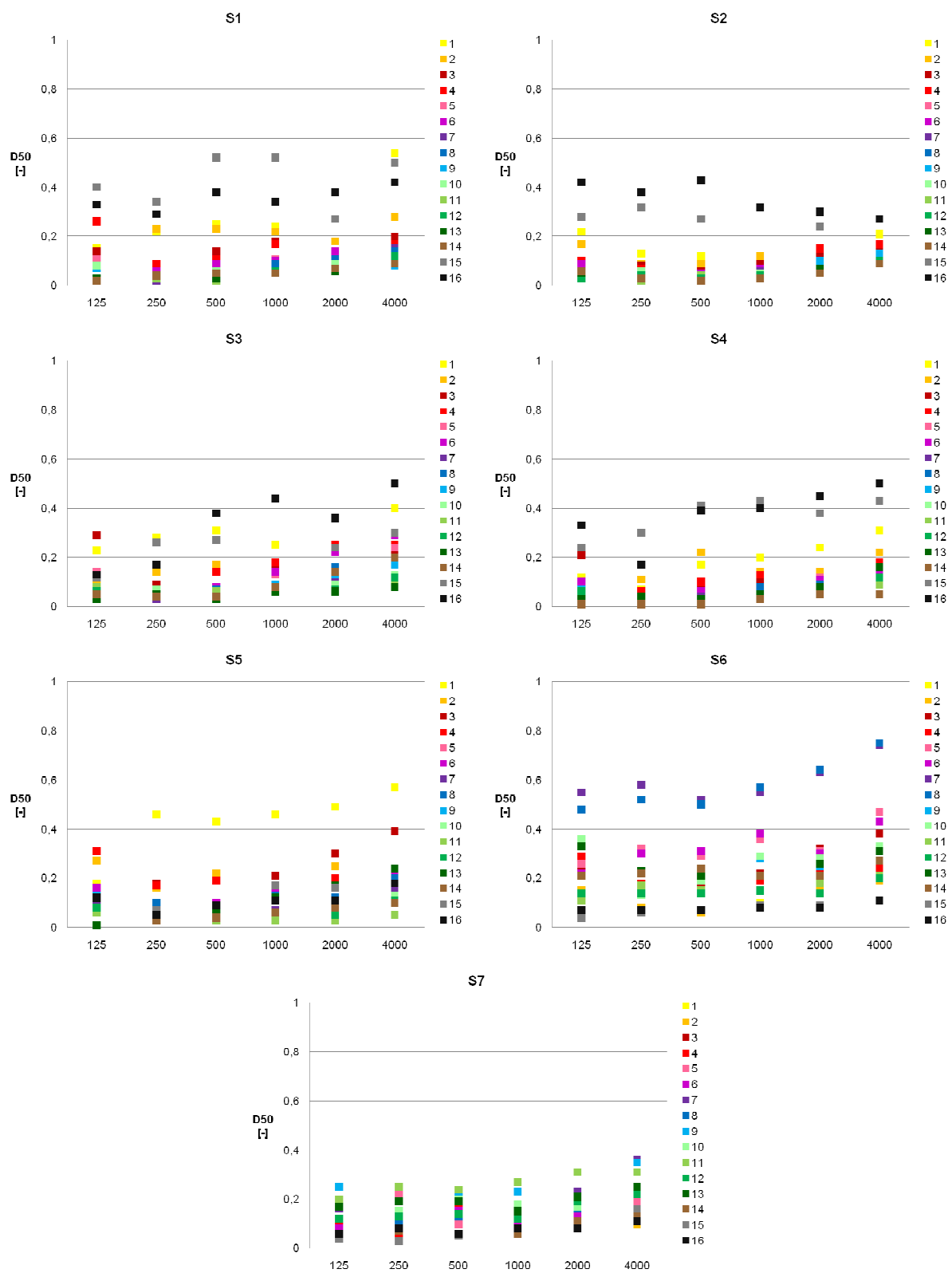


Figura 20. Definição (D50) em função de frequência para a Basílica Nossa Senhora do Carmo.

A distância entre as posições de fonte sonora e os receptores está descrita na Tabela 5. A maior distância medida entre as composições na Basílica do Carmo é de 37,70 m, que corresponde à fonte S7 e o receptor 16.

Os valores de Índice de Transmissão da Fala (STI) medidos no interior da Basílica do Carmo são apresentados na Tabela 6. Analisando a qualificação dos dados obtidos, feita de acordo com a norma IEC 60268-16 pode-se notar que a Basílica apresenta desempenho inadequado para fala.

De acordo com a classificação obtida, verifica-se que a Basílica apresenta valores de STI principalmente nas condições ruins e pobres, com uma pequena parcela considerada como razoável. As composições de fonte sonora e receptores que apresentaram STI razoável são as do altar, por estarem no mesmo volume, ou então aquelas onde os receptores estão próximos à fonte analisada. Na Tabela 7 é possível encontrar as porcentagens de ocorrência de cada tipo de classificação. A parcela de combinações com STI razoável corresponde a apenas 11% do total. O restante se divide quase que igualmente entre pobre (44%) e ruim (45%), piorando a resposta ao se distanciar o receptor da fonte sonora.

Tabela 5. Distância entre fontes e receptores para Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo																
Distância [m]																
Fonte	Receptores															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
S1	4,70	4,70	8,66	8,66	12,78	12,78	16,93	16,93	21,11	21,11	25,29	25,29	21,00	21,00	2,75	4,26
S2	10,62	10,62	14,76	14,76	18,92	18,92	23,10	23,10	27,29	27,29	31,48	31,48	27,01	27,01	3,46	1,95
S3	3,34	6,20	7,43	9,08	11,60	12,72	15,79	16,63	19,98	20,65	24,17	24,73	19,30	21,15	4,98	6,21
S4	6,17	3,33	9,07	7,43	12,71	11,60	16,62	15,79	20,64	19,98	24,73	24,17	21,14	19,30	4,97	6,20
S5	3,93	8,14	5,34	8,90	8,76	11,29	12,66	14,53	16,71	18,17	10,82	22,00	15,43	19,43	9,61	10,83
S6	12,08	12,08	7,98	7,98	4,07	4,07	2,20	2,20	5,32	5,32	9,34	9,34	7,08	7,08	18,85	20,36
S7	29,56	29,56	25,54	25,54	21,60	21,60	17,78	17,78	14,18	14,18	11,01	11,01	15,82	15,82	36,23	37,70

Tabela 6. Valores de STI medidos para Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo																
STI [-]																
Fonte	Receptores															
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16
S1	0,45	0,38	0,33	0,32	0,28	0,29	0,29	0,27	0,25	0,26	0,24	0,25	0,24	0,24	0,51	0,48
S2	0,44	0,46	0,33	0,32	0,32	0,32	0,27	0,29	0,27	0,27	0,27	0,26	0,25	0,25	0,25	0,25
S3	0,43	0,37	0,33	0,35	0,32	0,33	0,27	0,29	0,26	0,27	0,23	0,25	0,25	0,28	0,45	0,47
S4	0,49	0,50	0,38	0,35	0,31	0,32	0,29	0,29	0,25	0,27	0,24	0,25	0,24	0,25	0,26	0,24
S5	0,52	0,39	0,40	0,35	0,32	0,34	0,29	0,32	0,29	0,29	0,27	0,27	0,32	0,27	0,32	0,32
S6	0,31	0,29	0,39	0,35	0,46	0,44	0,58	0,59	0,41	0,41	0,35	0,34	0,39	0,38	0,28	0,27
S7	0,27	0,26	0,32	0,31	0,34	0,32	0,40	0,36	0,43	0,38	0,43	0,38	0,38	0,32	0,28	0,26

Tabela 7. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Qualificação Inteligibilidade		
STI [-]		
Intervalo	Qualidade	Ocorrências
0,00 a 0,30	Ruim	51 (45%)
0,30 a 0,45	Pobre	49 (44%)
0,45 a 0,60	Razoável	12 (11%)
0,60 a 0,75	Bom	-
0,75 a 1,00	Excelente	-

5.2. Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição

O edifício que abriga a atual Catedral Metropolitana de Campinas começou a ser construído em 1807, tendo sido finalizado apenas em 1883, para servir como a nova igreja Matriz da cidade, que antes era onde hoje localiza-se a Basílica de Nossa Senhora do Carmo (MARTINS, 2009). Foi construída de forma híbrida, ou seja, com mais de um tipo de material estrutural, mas em grande maioria em taipa de pilão e possui interior adornado em estilo barroco baiano, com a presença de diversos retábulos em madeira, sem pintura em ouro, o que o difere do estilo barroco mineiro (Figura 21).



Figura 21. Vista interna da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição. (fonte: acervo Catedral)

A imponente econômica da cidade na época de sua construção pode ser retratada pelo fato de que, entre os profissionais que trabalharam na execução da obra, estar presente o renomado escultor baiano, Vitoriano dos Anjos Figueiroa que executou o retábulo-mor (FREIRE, 2008). Em 1876 após desmoronamento da fachada principal, o projeto original da nova Matriz sofreu algumas alterações quando o engenheiro-arquiteto Cristoforo Bonini foi contratado para fazer uma nova fachada e depois, em 1879, foi substituído por Francisco de Paula Ramos de Azevedo (RODRIGUES, 2010).

Uma grande reforma ocorreu em 1923. Nessa reforma foram feitas intervenções como o nivelamento de altura das paredes da capela do santíssimo e da sacristia com o da nave central, e ainda a elevação da cúpula central, além da construção da cripta. Após essas alterações, apenas obras de reforma para manutenção foram executadas (LEITE, 2004).

Na conformação atual da planta (Figura 22), vê-se que a Catedral apresenta disposição em cruz romana, com simetria bilateral tendo por eixo o centro da nave principal. Possui 130 bancos de madeira dispostos pelas naves central e laterais e mais algumas cadeiras de apoio dispostas aleatoriamente. O piso é feito em madeira, assim como o forro, os altares e os demais mobiliários presentes na Catedral. Possui um órgão de tubos localizado opostamente ao altar principal, junto ao coro (Figura 23).

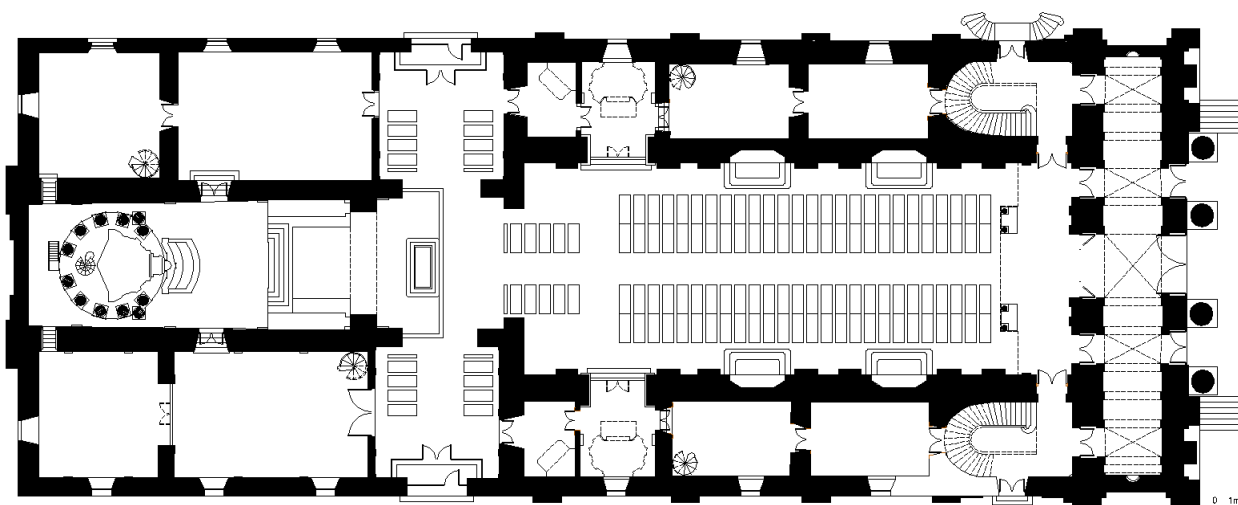


Figura 22. Planta principal da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição. (fonte: acervo da Catedral)

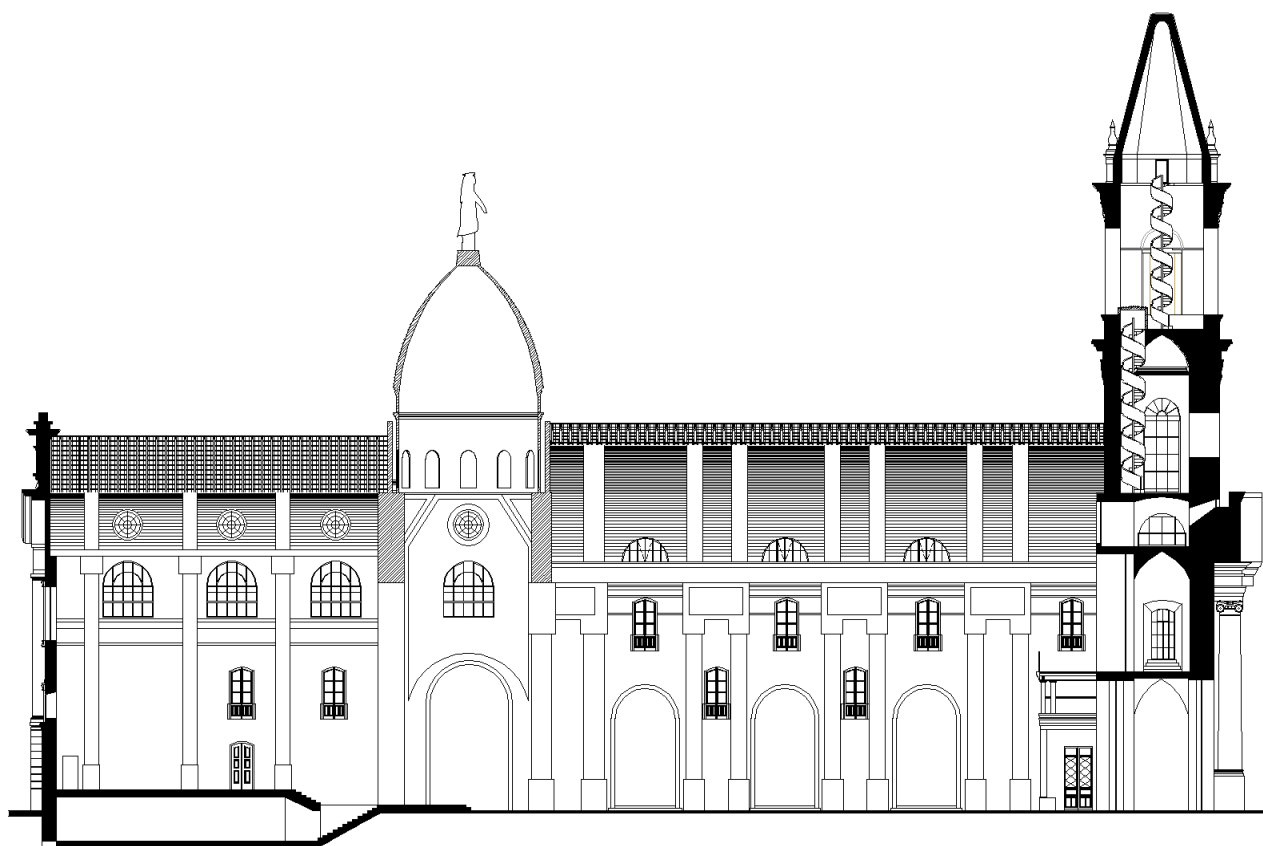


Figura 23. Corte da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição.
(fonte: acervo da Catedral)

Para a avaliação do comportamento acústico a escolha para disposição dos pontos da fonte sonora foi feita atendendo às principais atividades desenvolvidas na Catedral. Foram posicionados receptores ao longo da nave central e também nas naves laterais, bem como no altar principal para analisar a resposta que chega ao padre.

Na Catedral, foram escolhidas quatro fontes no altar, sendo (S1), como o centro do ato litúrgico; púlpito (S2); sob o arco cruzeiro onde há leitura (S3); o coro (S4). Na região da congregação foram escolhidas duas situações (S5) e (S6) devido ao comprimento da nave; o segundo coro (S7) que é a localização original do coro, mas que apenas é usado em celebrações especiais; e o local utilizado quando de apresentações musicais (S8) (Figura 24).

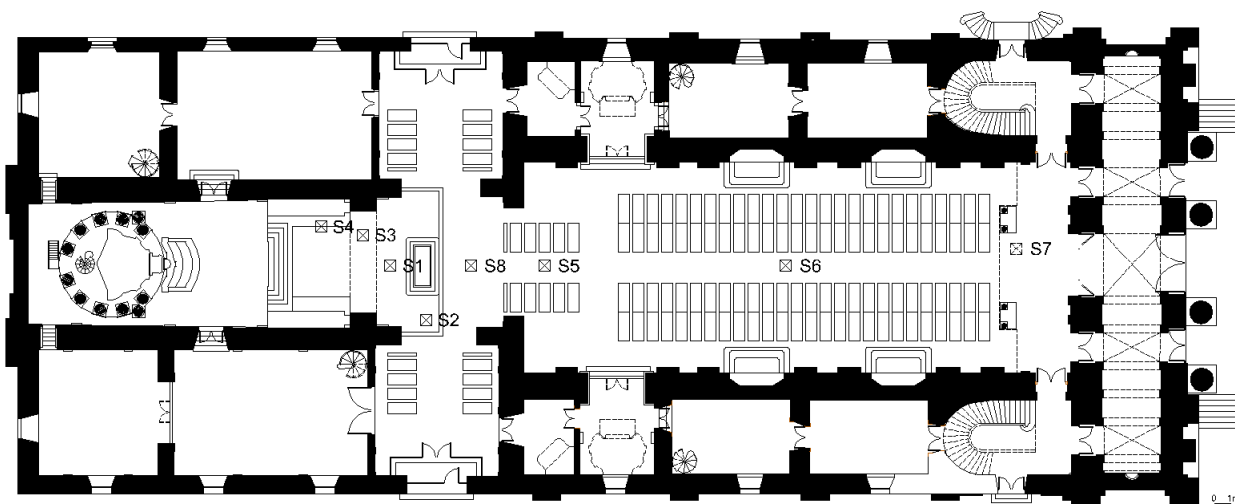


Figura 24. Planta da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição com os posicionamentos das fontes sonoras.

Sendo a Catedral simétrica em relação ao eixo longitudinal da nave principal, os receptores situados nos pontos (05), (07), (08), (10), (11) e (13) foram dispostos a fim de atender aos bancos na área da congregação. E avaliando o comportamento sonoro devido à simetria, (06), (09), (12) e (14) foram dispostos de forma espelhada em relação ao eixo. A fim de analisar o comportamento nas naves laterais, receptores foram posicionados em (03) e (04), e para as posições do padre como ouvinte, (01) para a posição próxima ao altar e (02) para a poltrona do padre (Figura 25).

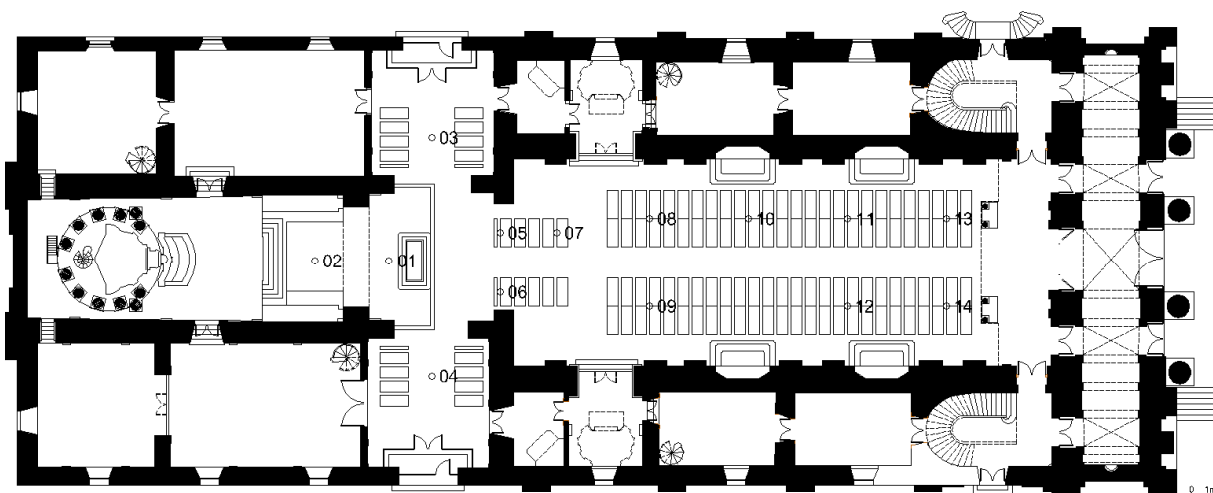


Figura 25. Planta da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Conceição com os posicionamentos dos receptores sonoros.

Considerando o volume da edificação, segundo Mehta et al. (1999), a Catedral deveria apresentar como valores ideais para a frequência de 500 Hz para tempo de reverberação 0,9 s para fala e 2,0 s para música de orquestra.

Na análise feita dos dados obtidos referente ao parâmetro acústico de tempo de reverberação foi possível verificar que a Catedral não atende ao valor ideal para fala. O comportamento da curva em função da frequência do TR em todas as fontes ocorre de forma muito semelhante, apresentando elevação a 500 Hz e 1 kHz e depois decrescendo para frequências inferiores e superiores a essas. Quanto mais distantes está posicionado o receptor da fonte sonora, maior o TR medido. A fonte que apresenta menor variação de TR em relação às posições de receptores é a fonte S7, referente à posição original do coro. Os valores adequados referentes à música de orquestra também não são atendidos nos pontos de fonte sonora onde tal atividade ocorre.

Tal resposta de comportamento quanto ao TR pode ser vista na Figura 26, onde são apresentados os gráficos da resposta de tempo de reverberação em função da frequência, para as combinações entre as fontes e receptores sonoros dispostos na Catedral.

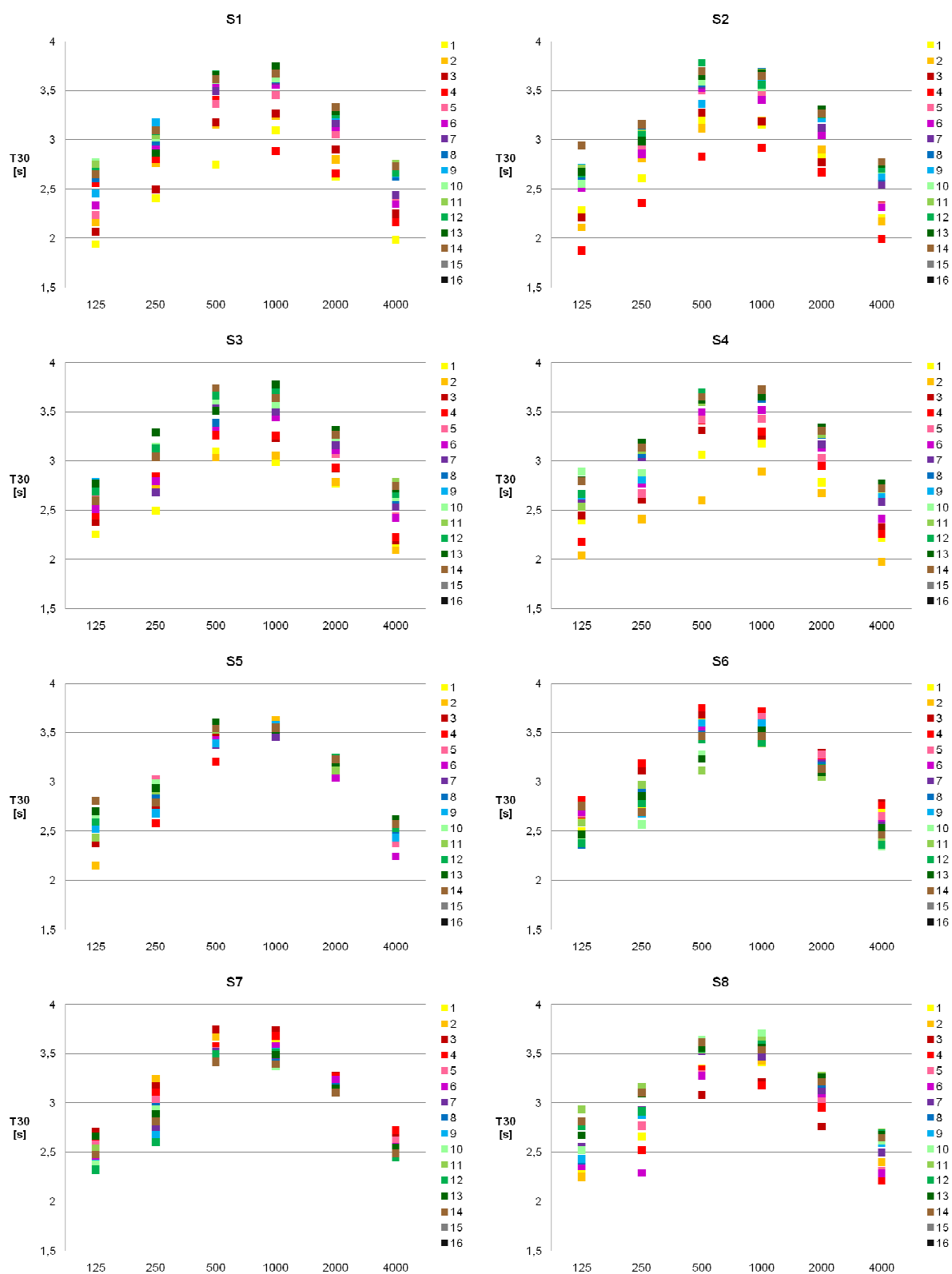


Figura 26. Tempo de reverberação (T_{30}) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

Os tempos de decaimento inicial (EDT) em função da frequência para diferentes posições de fontes e receptores sonoros apresentados pela Catedral são ilustrados pela Figura 27. A sensação de reverberância percebida nas diversas combinações de fontes e receptores dispostos no interior da igreja é variada quando comparada aos valores obtidos de TR. Em todas as posições de receptores sonoros, pode-se notar que os posicionados mais próximos às fontes sonoras decrescem nos valores de EDT em relação ao TR e as mais distantes ou mantêm ou sofrem um ligeiro aumento.

O comportamento das curvas nos gráficos se manteve similar ao comportamento do TR, tendo como valores mais baixos os obtidos para 125 Hz e os mais altos em 4 kHz para as diferentes posições de receptores sonoros. Apenas na fonte S5 que as posições de receptores próximos (05, 06 e 07) sofrem uma queda abrupta principalmente na frequência de 250 Hz.

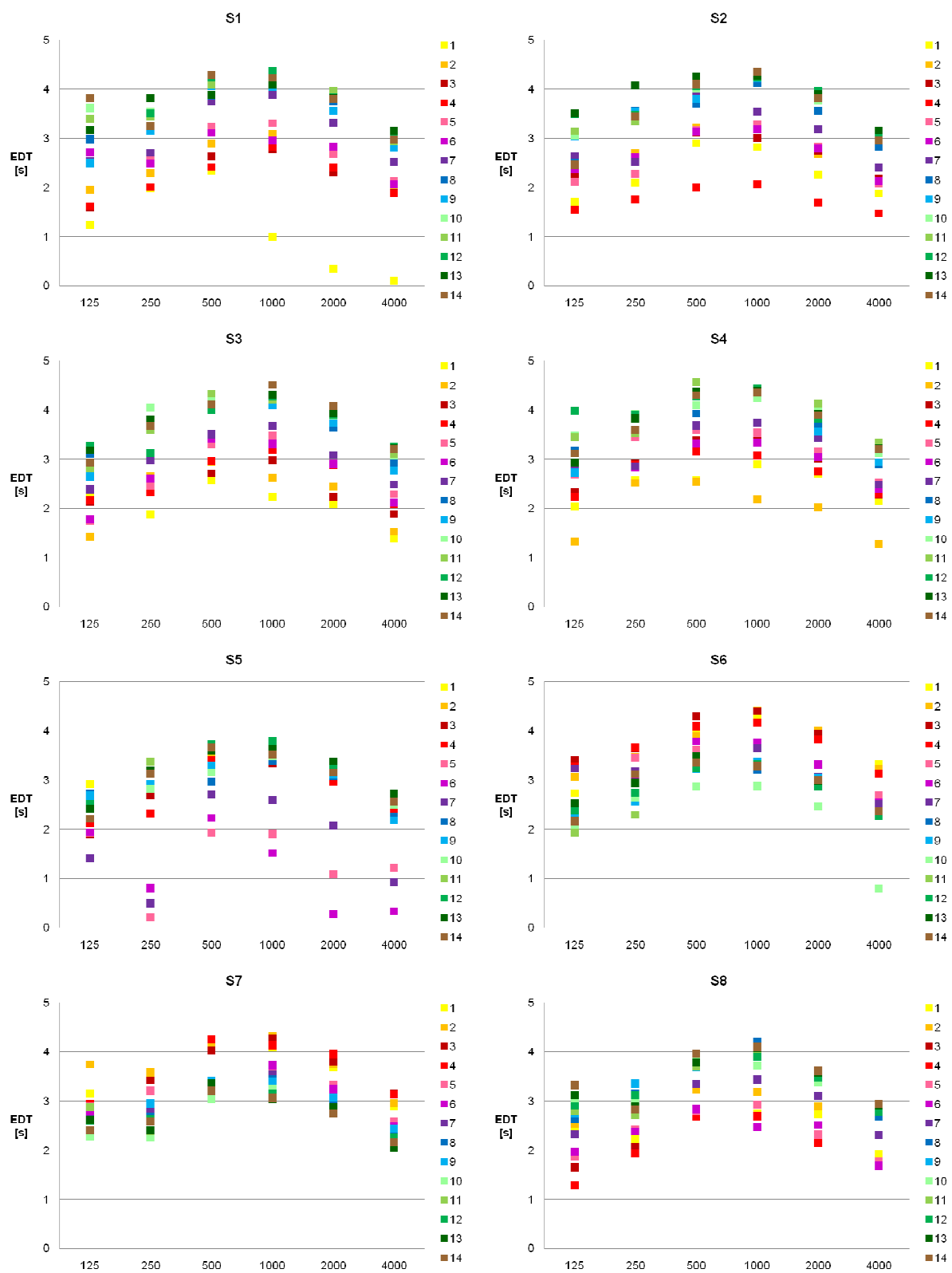


Figura 27. Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

O parâmetro de Clareza (C_{80}) apresentou resposta bastante variada de acordo com as diferentes posições de fontes analisadas. Para todas as fontes sonoras, as piores respostas foram encontradas para as frequências de 500 Hz e 1 kHz (Figura 28).

Para a fonte S1, os pontos mais próximos apresentaram os melhores resultados de clareza, sendo definidos como ótimos ou então aceitáveis. Já dentre os mais distantes, os receptores 13 e 14 dispostos na nave principal apresentam valores superiores em relação aos dispostos mais à frente (11 e 12), o que pode ser explicado pela maior proximidade às paredes do fundo.

Para a fonte S2, todos os receptores apresentaram valores que se enquadraram nos padrões indicados, no entanto para os receptores sonoros posicionados do meio ao fundo na nave principal, esse comportamento apenas se aplicava nas frequências de 125 Hz e 4 kHz.

A fonte S3, que deveria atender com maior propriedade à Clareza, tendo em vista que é o posicionamento dos músicos que acompanham as missas normalmente, o parâmetro apenas atende aos padrões nas posições situadas nas naves laterais da igreja (03 e 04). Na frequência de 125 Hz e 4 kHz apenas as posições mais distantes estão dentro dos limites indicados para música, que são entre -5 dB e 5 dB. Os receptores posicionados no altar apresentam valores de clareza muito acima dos indicados. Para S4, o comportamento é semelhante ao comportamento da fonte S3, no entanto apenas em 125 Hz atende aos padrões recomendados em todos os receptores. O único receptor que atende ao valor indicado para o parâmetro em todas as frequências é o referente ao padre (01).

Para as fontes S5 e S6 dispostas na nave, o comportamento acústico quanto à clareza é similar em função de frequência. Os receptores posicionados mais próximos às fontes apresentam melhor clareza, e essa decai ao distanciar da fonte. As piores respostas são encontradas para as frequências de 500 Hz e 1 kHz, no caso de S5 para os receptores do fundo da nave principal, e em S6 para os localizados nas naves laterais.

Na posição S7, referente à posição original do coro, a maioria dos valores de C_{80} estão situados fora dos limites aceitáveis de -5 dB e 5 dB com exceção aos receptores sonoros posicionados no centro da nave principal, que são considerados como aceitáveis. As piores respostas de C_{80} foram as dos receptores sonoros posicionados nas naves laterais, reforçando o fato da clareza piorar com o aumento da distância. Os receptores 13 e 14 também obtiveram baixa clareza devido ao seu posicionamento em uma região de sombra acústica, ao fundo da nave principal.

A fonte S8 representa o posicionamento utilizado para apresentações de orquestra. As respostas de C_{80} obtidas nos receptores sonoros com relação à fonte nessa posição apresentam valores qualificados como ótimos e também aceitáveis. Apenas existe deficiência para os receptores posicionados mais distantes da fonte, e principalmente para as faixas de frequência de 500 Hz e 1 kHz correspondente à voz humana.

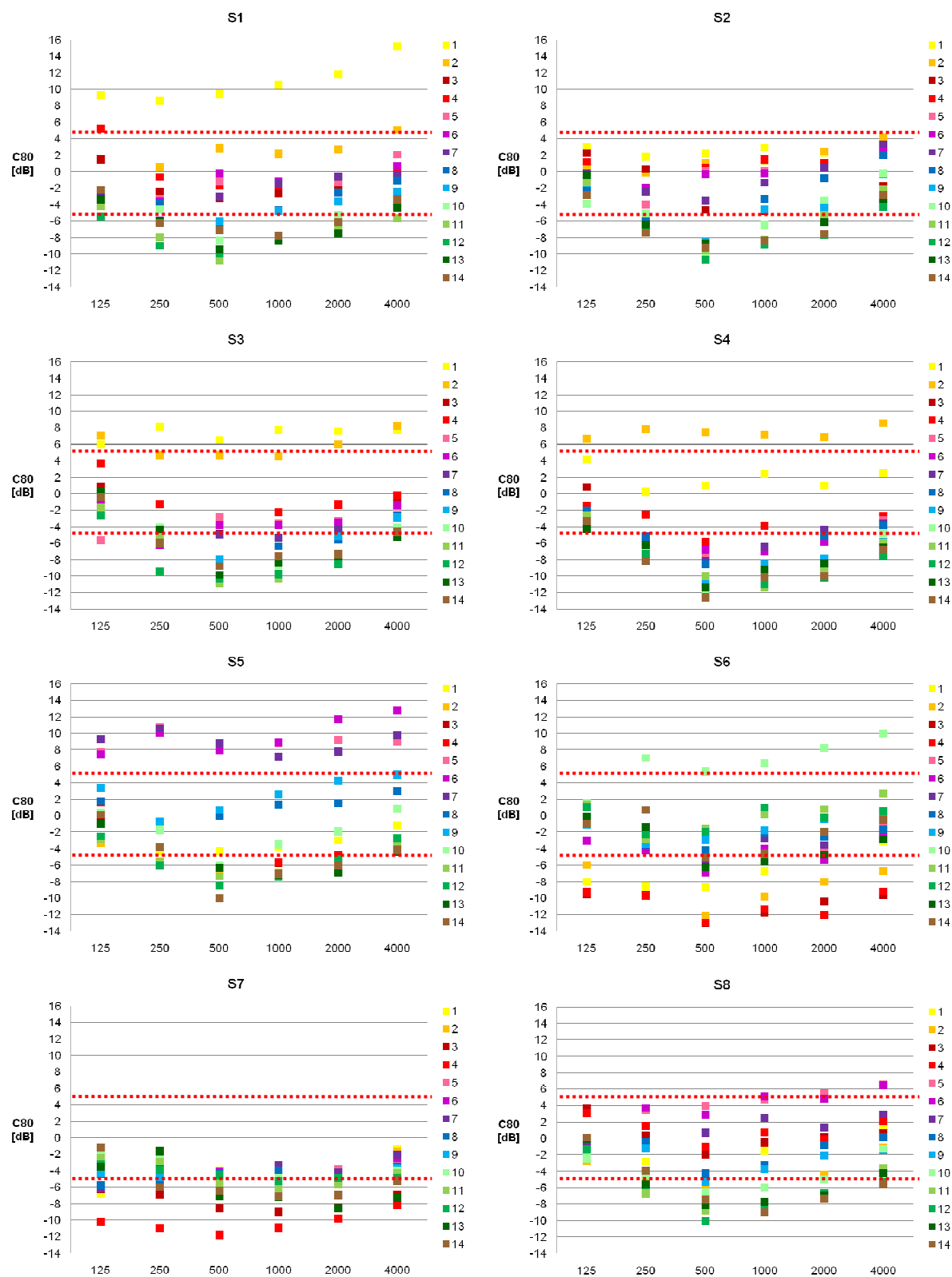


Figura 28. Clareza (C80) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

A Definição da fala (D_{50}) apresentou resposta inferior àquela que poderia ser considerada como aceitável, ou seja 0,5, com exceção aos conjuntos de fonte e receptores sonoros posicionados no altar, ou então quando a distância entre fonte e receptor era pequena. Para a posição original do coro (S7), todos os receptores apresentaram baixos valores de definição.

A variação de resposta de definição entre os receptores apresentou grande variação para todas as fontes. Os piores resultados de D_{50} foram obtidos para as frequências de 500 Hz e 1 kHz, referentes à voz humana, o que reforça a deficiência de definição da fala. Apenas nos pontos de receptores situados próximos às fontes que os valores de D_{50} encontrados não apresentam grande variação e atendem aos padrões do parâmetro em questão (Figura 29).



Figura 29. Definição (D50) em função de frequência para a Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

A Tabela 8 apresenta a distância existente entre as combinações de fontes sonoras e receptores existentes, sendo a maior distância encontrada entre as composições de fontes e receptores sonoros no interior da Catedral a de 44,61m correspondente à fonte S7 e o receptor 02.

Os valores de Índice de Transmissão da Fala (STI) medidos são apresentados na Tabela 9. Os dados obtidos foram classificados de acordo com a norma IEC 60268-16. Analisando então a qualificação obtida pode-se notar que a Catedral apresenta melhores valores de STI para os receptores localizados mais próximos à fonte.

De acordo com a classificação obtida, verifica-se que a igreja em questão apresenta valores de STI dispostos de forma variada na Tabela 10. As composições que apresentaram STI excelente estavam a uma distância inferior a 3 m nas condições onde tanto a fonte sonora quanto o receptor estavam situados no mesmo volume (4%). As que apresentaram valores bons também estavam a pouca distância, mas em posições limítrofes dos volumes (6%). Como razoáveis, a parcela era um pouco maior (20%) e aconteceu para combinações a média distância e em volumes próximos. A maior parte das combinações de fontes sonoras e receptores apresentam classificação pobre (60%), apresentando maior distância entre si. As combinações que foram classificadas como ruins representavam apenas 10% do total, encontravam-se em volumes separados como, por exemplo, um na nave principal e outro na lateral, e a grande distância.

Tabela 8. Distância entre fontes e receptores para a Catedral N. S. I. Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição														
Distância [m]														
Fonte	Receptores													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
S1	0,40	4,28	8,45	7,97	7,71	7,76	11,24	17,21	17,25	23,46	29,72	29,74	36,00	36,02
S2	3,86	7,37	11,27	4,04	7,36	5,41	10,24	15,94	14,74	21,89	28,00	27,33	34,17	33,63
S3	2,85	3,27	7,58	10,46	9,16	9,99	12,76	18,68	19,29	24,97	31,27	31,64	37,57	37,88
S4	5,30	2,48	9,15	12,30	11,80	12,61	15,40	21,28	21,95	27,58	33,88	34,31	40,18	40,54
S5	9,24	13,93	10,20	9,80	2,80	2,93	2,31	7,83	7,90	13,91	20,13	20,16	26,38	26,41
S6	24,35	29,03	23,00	22,83	17,34	17,36	13,77	8,20	8,27	3,06	5,54	5,64	11,47	11,51
S7	40,06	44,61	38,02	38,36	33,24	33,38	23,37	24,41	24,69	18,89	14,02	14,50	10,77	11,39
S8	4,64	9,33	8,08	7,58	3,04	3,16	6,31	12,25	12,29	18,45	24,69	24,72	30,96	30,98

Tabela 9. Valores de STI medidos para a Catedral N. S. I. Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição														
STI [-]														
Fonte	Receptores													
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14
S1	0,86	0,60	0,44	0,48	0,49	0,48	0,46	0,39	0,39	0,32	0,29	0,31	0,30	0,32
S2	0,59	0,58	0,39	0,53	0,53	0,51	0,51	0,44	0,38	0,37	0,33	0,31	0,33	0,31
S3	0,73	0,68	0,44	0,45	0,43	0,43	0,40	0,36	0,35	0,31	0,30	0,30	0,33	0,32
S4	0,55	0,74	0,36	0,39	0,36	0,34	0,36	0,33	0,29	0,29	0,29	0,27	0,29	0,28
S5	0,42	0,35	0,39	0,38	0,75	0,80	0,75	0,54	0,59	0,45	0,35	0,38	0,35	0,36
S6	0,34	0,28	0,25	0,26	0,39	0,37	0,42	0,43	0,46	0,72	0,53	0,50	0,37	0,42
S7	0,36	0,34	0,30	0,29	0,38	0,37	0,39	0,39	0,36	0,40	0,38	0,37	0,41	0,39
S8	0,49	0,40	0,49	0,50	0,66	0,65	0,55	0,44	0,42	0,37	0,35	0,35	0,34	0,34

Tabela 10. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Catedral N. S. I. Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição		
Qualificação Inteligibilidade STI		
Intervalo	Qualidade	Ocorrências
0,00 a 0,30	Ruim	11 (10%)
0,30 a 0,45	Pobre	68 (60%)
0,45 a 0,60	Razoável	22 (20%)
0,60 a 0,75	Bom	7 (6%)
0,75 a 1,00	Excelente	4 (4%)

5.3. Igreja de Sant'Ana

A Igreja de Sant'Ana (Antiga Nossa Senhora do Bom Conselho) (Figura 30) foi construída em 1984 com a finalidade de atuar como igreja matriz para a região do atual distrito de Sousas, o qual na época contava com grande quantidade de capelas localizadas nas fazendas açucareiras e cafeeiras da região, e que continuava a crescer com o avanço da economia.



Figura 30. Vista interna da igreja de Sant'Ana. (fonte: acervo autor)

A arquitetura da Igreja de Sant'Ana é simples, comum às pequenas igrejas da época. Construída em alvenaria e com paredes rebocadas, possui planta retangular (Figura 31) com revestimento do piso em granilite e forro em madeira. Possui apenas o altar principal, como de costume às pequenas igrejas e o mobiliário são bancos em madeira num total de 24, dispostos em duas fileiras, e algumas cadeiras na área do altar. A disposição das atividades em seu interior se dá pela área de audiência ficar em nível térreo e o altar elevado. O altar possui uma cúpula. A posição original do coro é oposta ao altar e em forma de mezanino (Figura 32).

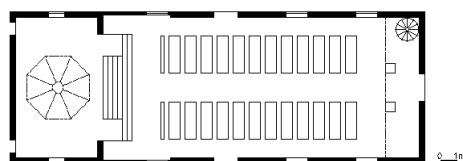


Figura 31. Planta principal da igreja de Sant'Ana.

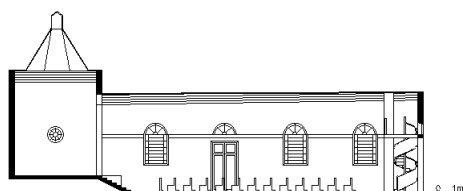


Figura 32. Corte da igreja de Sant'Ana.

Na Igreja de Sant'Ana, para a análise do comportamento acústico foram escolhidos como posicionamento de fonte sonora, os pontos (S1), como posição atual do padre; o púlpito (S2); a disposição atual do coro e banda (S3); área da congregação (S4); o coro original (S5); e a antiga posição do padre (S6) (Figura 33).

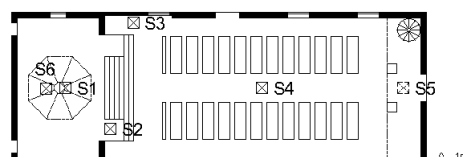


Figura 33. Planta da igreja de Sant'Ana com os posicionamentos das fontes sonoras.

Para o posicionamento dos receptores sonoros, os pontos escolhidos foram (01) e (02) como os locais onde o padre se posiciona como ouvinte, e para a avaliação da recepção sonora dos fiéis, ao longo da nave foram posicionados (03), (05) e (07) simétricos a (04), (06) e (08) respectivamente (Figura 34).

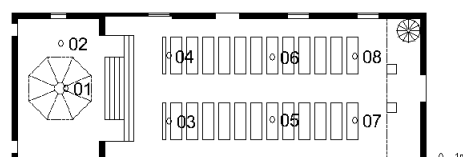


Figura 34. Planta da igreja de Sant'Ana com os posicionamentos dos receptores sonoros.

Na Figura 35 são apresentados os valores de tempo de reverberação obtidos em função de frequência para as diferentes posições de fontes e receptores sonoros da Igreja de Sant'Ana. A Igreja de Sant'Ana, possui volume relativamente pequeno e deveria apresentar como valores ideais para tempo de reverberação à frequência de 500 Hz, 0,7 s para fala e 2,0 s para música sacra (MEHTA et al.,1999). Pela análise dos dados de tempo de reverberação pode-se verificar que a igreja não atende aos valores tempos de reverberação indicados como adequados em nenhuma das situações propostas.

A igreja apresenta valores de TR com aumento em média frequência (500 Hz e 1000 Hz). Pode-se perceber ainda um padrão de comportamento de TR em todas as posições de fonte que não se encontram no altar, onde há uma maior variação de valores obtidos em baixa e alta frequência. Para as fontes posicionadas no altar, S1 e S6, nota-se maior variação entre os valores encontrados nos diversos receptores, porém o comportamento do som é o mesmo nas frequências baixas e altas.

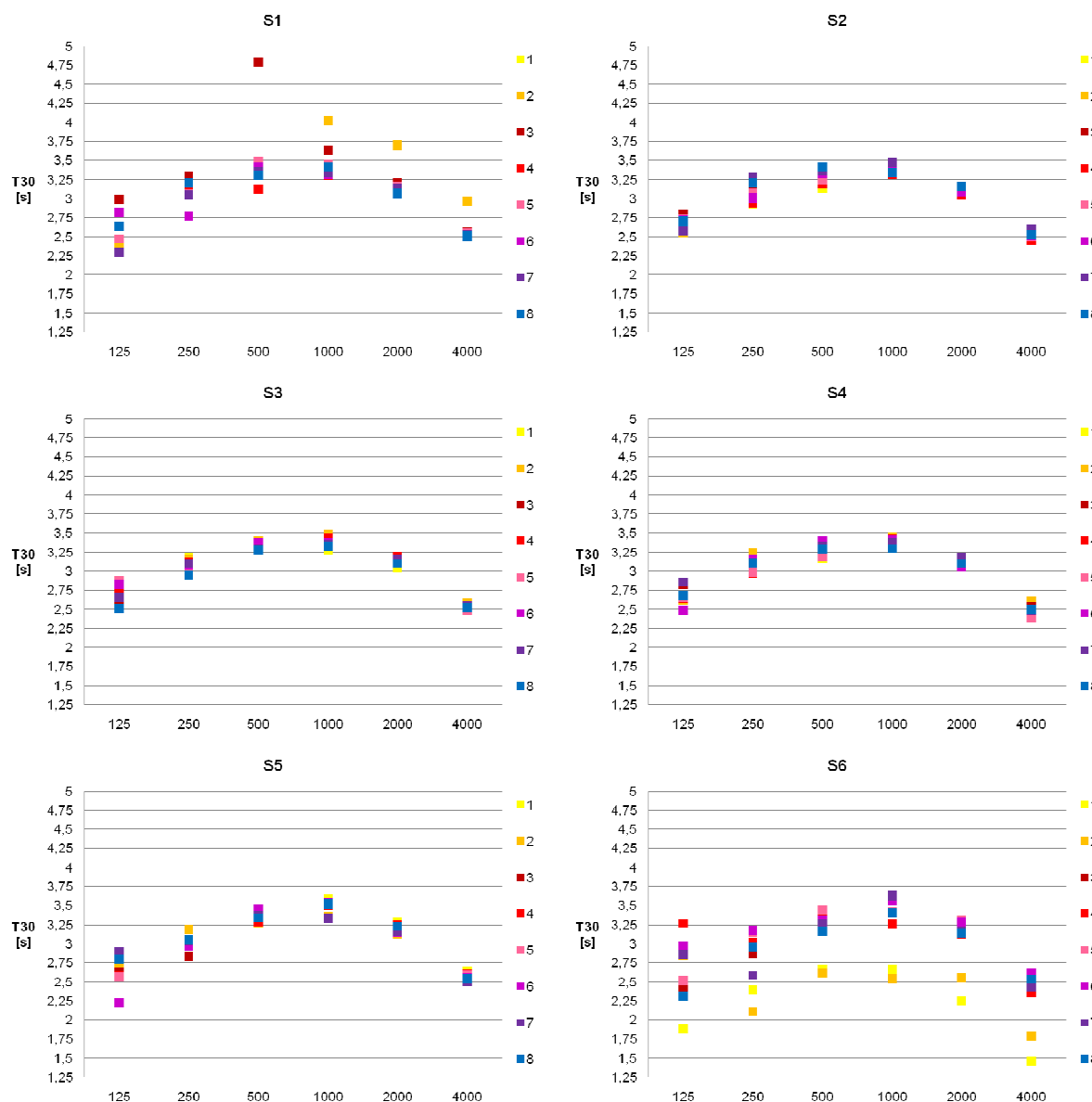


Figura 35. Tempo de reverberação (T_{30}) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.

Na análise dos dados obtidos de Tempo de Decaimento Inicial (EDT), pode-se perceber na Figura 36 que os valores encontrados para EDT apresentam maior variação se comparado ao TR, embora o comportamento em frequência seja similar, subindo em médias frequências.

A menor variação entre os valores de EDT encontrados aconteceu para a frequência de 4 kHz, em contraposição à maior que aconteceu em 125 Hz. O parâmetro EDT apresentou valores inferiores ao TR quando a distância entre a fonte analisada e o

receptor era pequena, sendo maior a diminuição em baixa frequência. Outro ponto de interferência para a diminuição de EDT em comparação a TR, aumentando assim a sensação de reverberância, foram as paredes que adiantaram as primeiras reflexões no fundo da igreja.

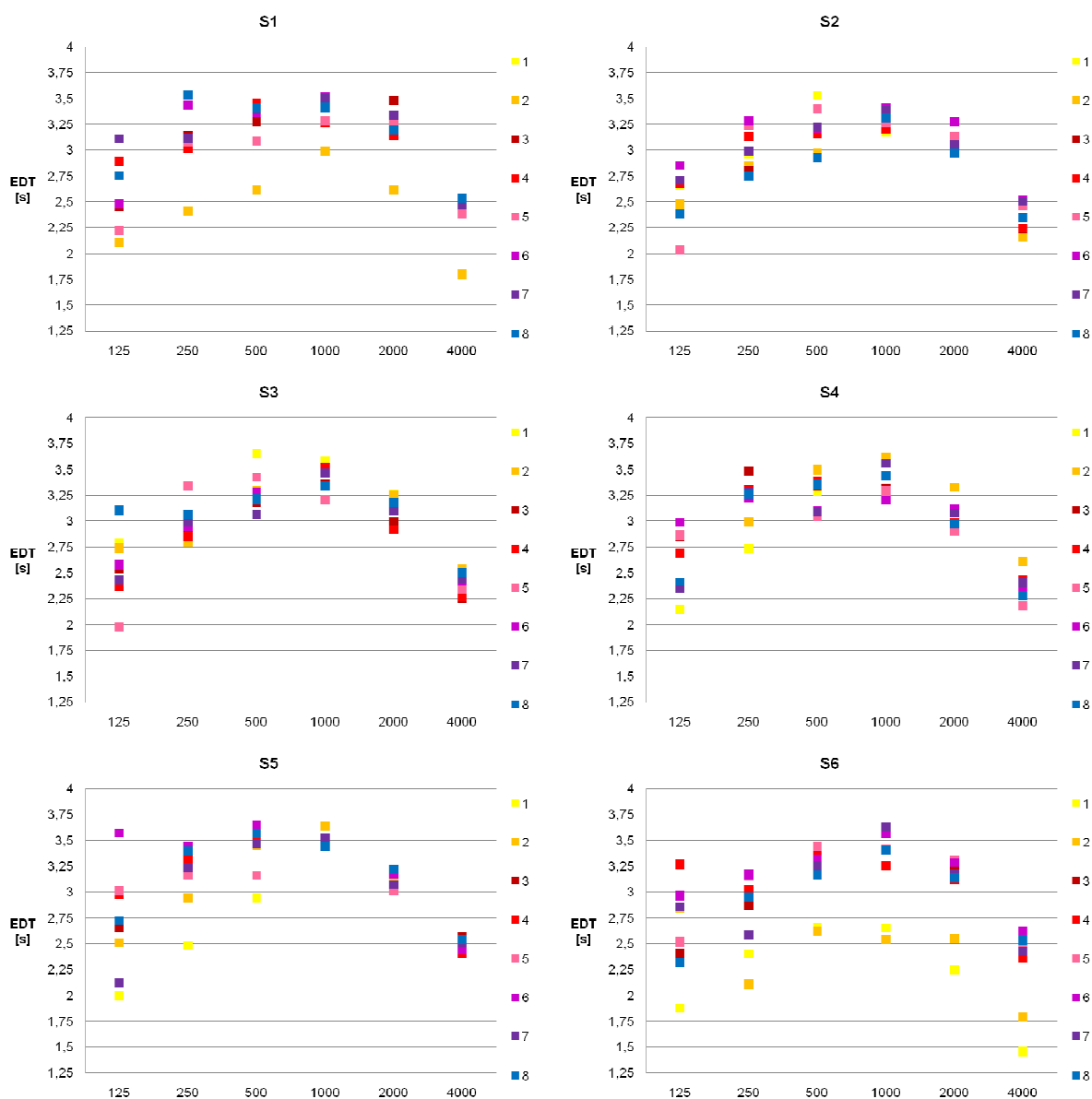


Figura 36. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de Sant’Ana.

Os valores de Clareza (C_{80}) obtidos são ilustrados pela Figura 37. Esses valores mostram que a igreja apresenta para algumas fontes bom desempenho quanto ao referido parâmetro, o qual deve apresentar valores entre -5 dB e 5 dB, comprovando o que foi comentado pelo padre, que as apresentações musicais eram bastante apreciadas na igreja.

Para fonte S1, os valores de clareza não adequados são os obtidos em média frequência, para as posições de centro e fundo da nave. Já para S2 pode-se perceber que apenas as posições mais distantes são inadequadas, principalmente em média frequência. A fonte S3 é a que apresenta resposta mais variada, tanto em relação à frequência, quanto à distância entre fonte e receptores, não sendo em sua maioria adequada à função musical a que se destina, tendo em vista que é a de novo posicionamento do coro.

Já para a fonte S4, referente à assembléia, pode-se dizer que a igreja atende na maioria dos receptores ao parâmetro analisado. Assim como em S5, posição do coro, que atende aos valores adequados, com exceção ao receptor referente ao padre sentado, o que também pode ser explicado pela separação dos volumes, como uma caixa cênica de teatro, que pode ser visto em planta e corte (Figuras 31 e 32). A posição de fonte S6, em comparação à fonte S1, a nova posição do padre, apresenta menores valores de C_{80} , estando apenas baixas frequências classificadas como adequadas para o parâmetro de clareza.

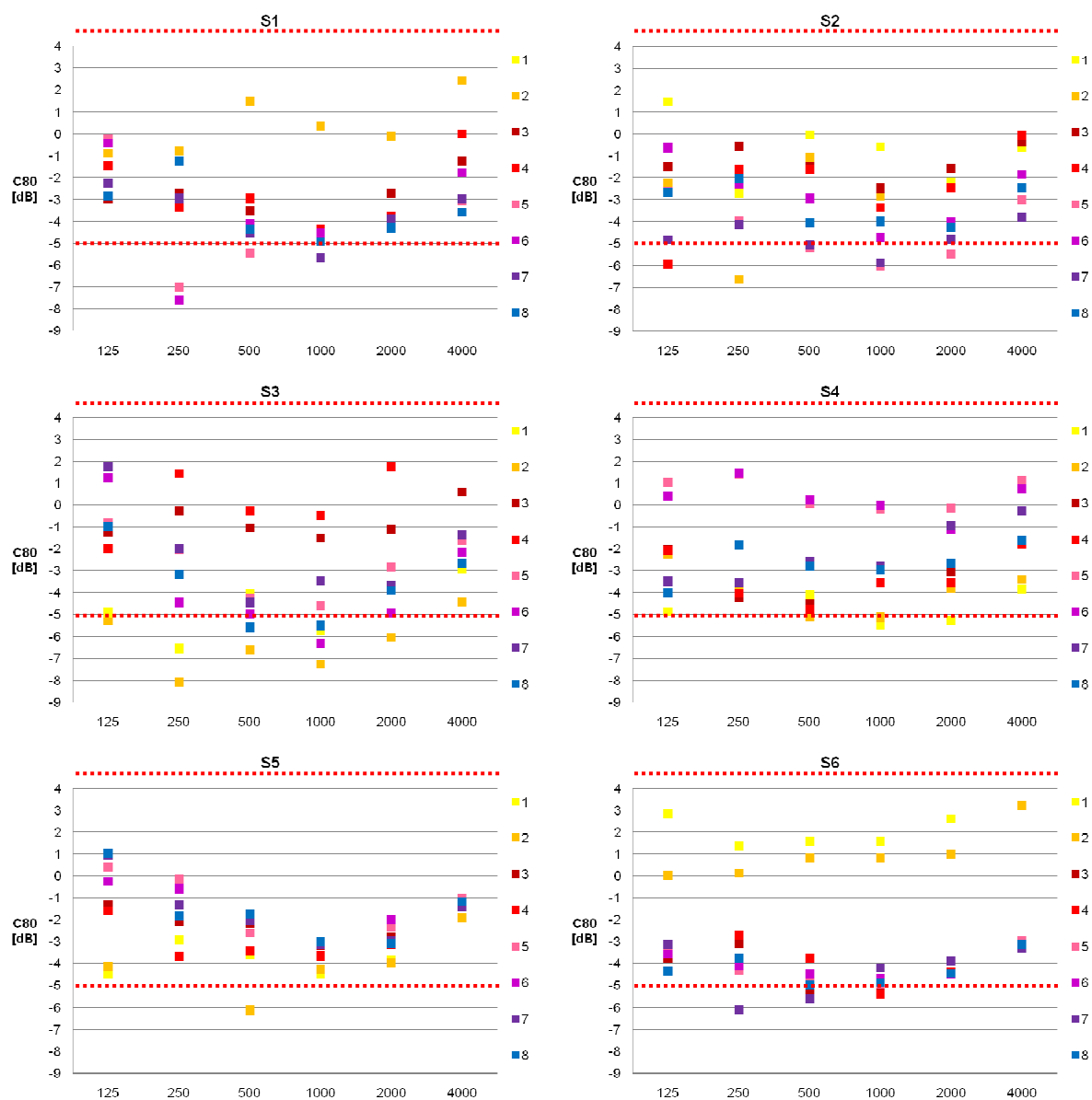


Figura 37. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.

A Figura 38 apresenta os valores encontrados para o parâmetro de Definição (D_{50}) em função de frequência para as diferentes posições de fontes sonoras e receptores. Pode-se perceber que a igreja não apresenta boa definição da fala, pois a maioria dos valores está situada bem abaixo dos 0,5 aceitáveis para compreensão do que é falado.

Na fonte S1, localizada sob a cúpula no altar a definição apresenta a pior resposta em 250 Hz, com variação de até 0,3 entre os valores em relação à posição do

receptor. Essa variação também aconteceu em 4 kHz. A fonte S2 apresenta resposta sem muita variação na resposta dos receptores em função de frequência, tendo melhores respostas nas posições mais próximas. Exceção para o comportamento do receptor S2 que se encontrava no altar, por isso apresentou melhores valores em todas as frequências.

Para a fonte S3, os piores valores encontrados foram para as posições de receptores localizados no altar. Isso pode ser explicado pela divisão de volumes que acontece entre o altar e a nave principal. Para a fonte S4 o comportamento de D_{50} é constante em relação à frequência, apresentando maior intervalo de valores em alta frequência. Já para a fonte S5, a definição apresenta variação maior para baixa frequência, o mesmo que ocorre em S6.

A Tabela 11 apresenta os valores da distância entre as fontes sonoras e receptores para a Igreja de Sant'Ana, sendo 21,55 m a maior distância entre as composições e que corresponde à distância entre a fonte S5 e o receptor 02.

Os valores dos resultados de Índice de Transmissão da Fala (STI) medidos são apresentados na Tabela 12. Após classificação desses valores obtidos com o critério indicado na Tabela 13 pode-se observar que o índice em grande parte da igreja é considerado como pobre. A igreja apresenta 85% das combinações de fonte e receptores sonoros qualificadas como pobres e 15% classificado como razoáveis.

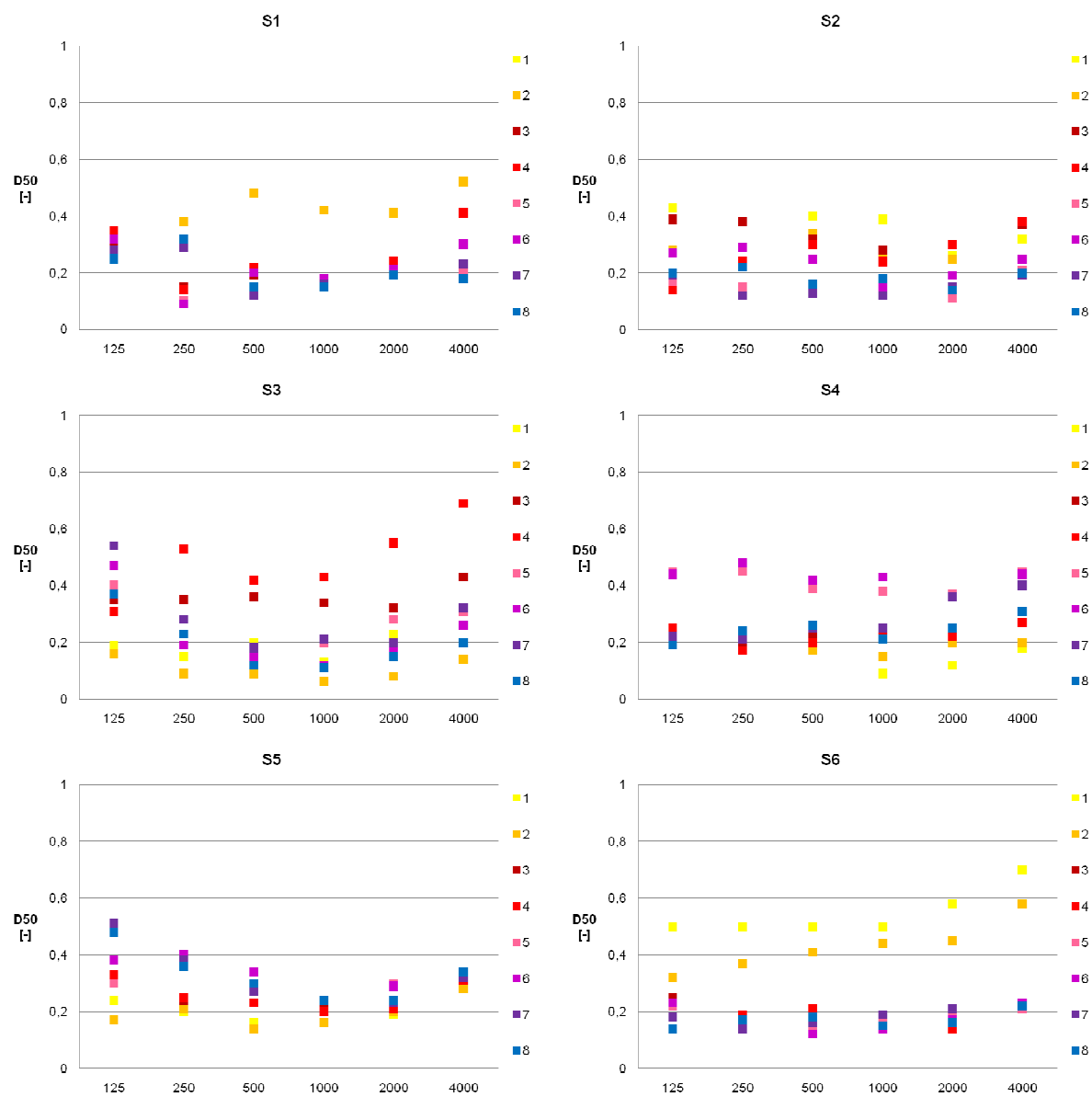


Figura 38. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de Sant'Ana.

Tabela 11. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana								
Distância [m]								
Fonte	Receptores							
	01	02	03	04	05	06	07	08
S1	0,00	2,83	6,79	6,79	13,07	13,07	18,18	18,18
S2	3,81	6,21	3,68	5,87	10,11	11,06	15,25	15,91
S3	5,88	4,71	6,48	2,97	10,54	8,89	15,07	13,95
S4	12,29	12,88	6,17	6,17	2,07	2,07	5,78	5,78
S5	21,09	21,55	14,76	14,76	8,41	8,41	3,63	3,63
S6	1,18	2,96	7,92	7,92	14,24	14,24	19,36	19,36

Tabela 12. Valores de STI medidos para a Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana								
STI [-]								
Fonte	Receptores							
	01	02	03	04	05	06	07	08
S1	-	0,50	0,39	0,41	0,38	0,39	0,37	0,37
S2	0,44	0,42	0,43	0,43	0,35	0,39	0,36	0,38
S3	0,37	0,34	0,46	0,54	0,41	0,37	0,40	0,37
S4	0,36	0,36	0,40	0,39	0,48	0,48	0,43	0,41
S5	0,39	0,38	0,41	0,40	0,43	0,44	0,41	0,42
S6	0,56	0,52	0,36	0,37	0,36	0,36	0,37	0,36

Tabela 13. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana		
Qualificação Inteligibilidade STI		
Intervalo	Qualidade	Ocorrências
0,00 a 0,30	Ruim	-
0,30 a 0,45	Pobre	40 (85%)
0,45 a 0,60	Razoável	7 (15%)
0,60 a 0,75	Bom	-
0,75 a 1,00	Excelente	-

5.4. Igreja de Nossa Senhora das Dores

A Igreja de Nossa Senhora das Dores (Figura 39) no bairro do Cambuí tem o seu início de construção datado de 1936. A igreja é projeto do engenheiro Hoche Segurado e o projeto da ornamentação interna ficou a cargo de Olavo Sampaio. A igreja é em estilo neocolonial e possui grande ornamentação externa e interna (ZAKIA, 2012).



Figura 39. Vista interna da igreja de Nossa Senhora das Dores. (fonte: acervo autor)

A planta da igreja é simétrica e em formato de cruz romana. Foi construída em alvenaria, possui paredes e forros rebocados, piso revestido em mármore, com exceção da área do altar que é revestida de carpete. A área da congregação ocupa a nave principal, com 72 bancos em madeira e mais algumas cadeiras dispostas aleatoriamente (Figura 40). Além do altar principal, a igreja possui dois grandes altares laterais e mais dois menores. Em oposição ao altar principal está posicionado o coro na forma de mezanino. Possui ainda nas paredes laterais e próximos aos altares menores, 4 confessionários em madeira (Figura 41).

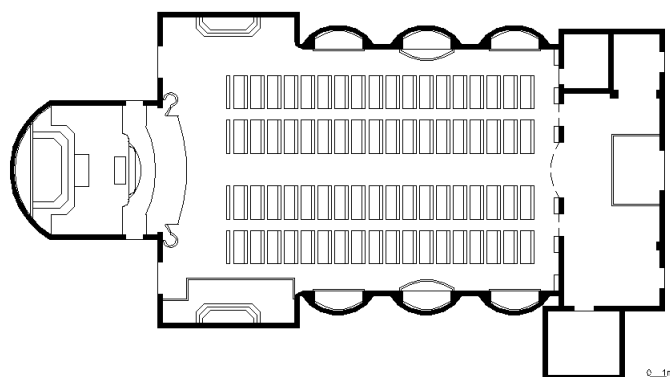


Figura 40. Planta principal da igreja de Nossa Senhora das Dores.

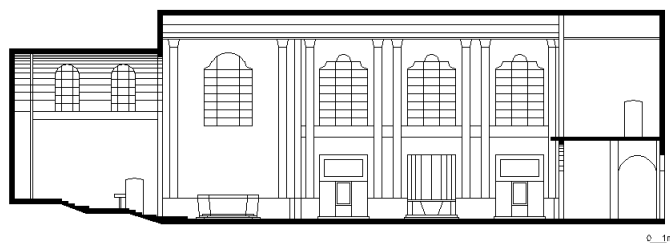


Figura 41. Corte da igreja de Nossa Senhora das Dores.

Na igreja de Nossa Senhora das Dores o posicionamento das fontes sonoras para a análise do comportamento acústico se deu em 7 pontos, sendo escolhidos os pontos do altar atual (S1); antiga posição do altar (S2); púlpito direito ao padre (S3); púlpito esquerdo ao padre (S4); congregação (S5); a disposição atual do coro e banda (S6); e o coro original (S7) (Figura 42).

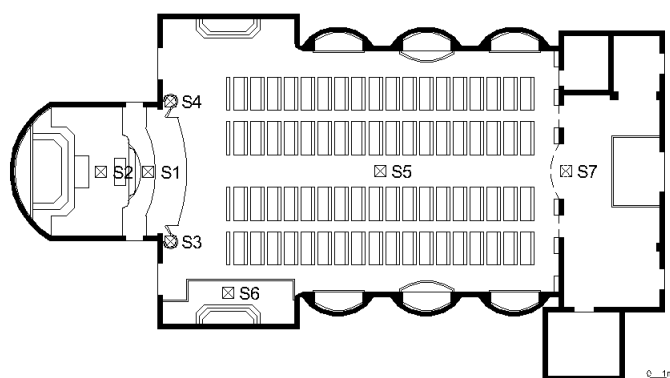


Figura 42. Planta da igreja de Nossa Senhora das Dores com os posicionamentos das fontes sonoras.

Os receptores sonoros foram posicionados de forma que no altar, para analisar a resposta ouvida pelo padre, ficassem os pontos (01) e (02); e, ao longo da nave, para captar o comportamento do som percebido pelos fiéis foram localizados os pontos (03), (05), (07) (09) e (11) e respeitando a simetria adotou-se os pontos (04), (06), (08), (10) e (12) (Figura 43).

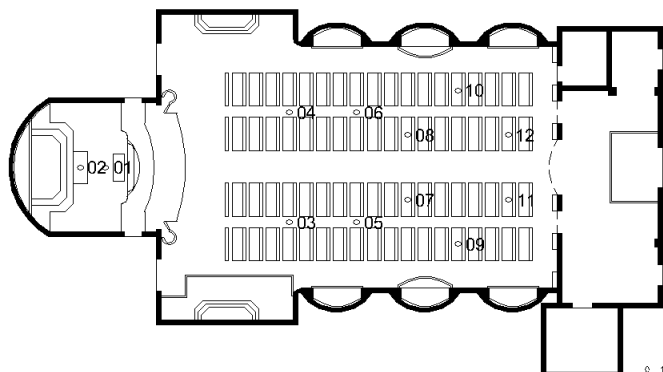


Figura 43. Planta da igreja de Nossa Senhora das Dores com os posicionamentos dos receptores sonoros.

A Igreja de Nossa Senhora das Dores, segundo Mehta et al. (1999), considerando o volume de sua edificação, deveria apresentar para a frequência de 500 Hz como valores ideais para tempo de reverberação 0,9 s para fala, 1,8 s para música de orquestra e 2,4 s para música sacra. Na Figura 44 são apresentados os valores obtidos de tempo de reverberação em função de frequência para as diferentes posições de fontes e receptores sonoros. Foi feita a análise dos dados de tempo de reverberação tornando possível verificar que na igreja não são encontrados valores adequados de tempo de reverberação para as situações propostas.

A igreja apresenta para alguns receptores comportamento diverso com um TR elevado em 125 Hz e depois decai nas frequências seguintes. A variação de TR encontrada em todas as combinações de fontes e receptores sonoros é maior em baixa frequência, atingindo quase 1 s, e decai conforme aumenta a frequência analisada. Os menores valores de TR são encontrados na frequência de 4 kHz para todas as fontes analisadas. A fonte S2 é a que apresenta maior variação de valores de TR em todos os receptores de acordo com a posição do receptor no interior da igreja.

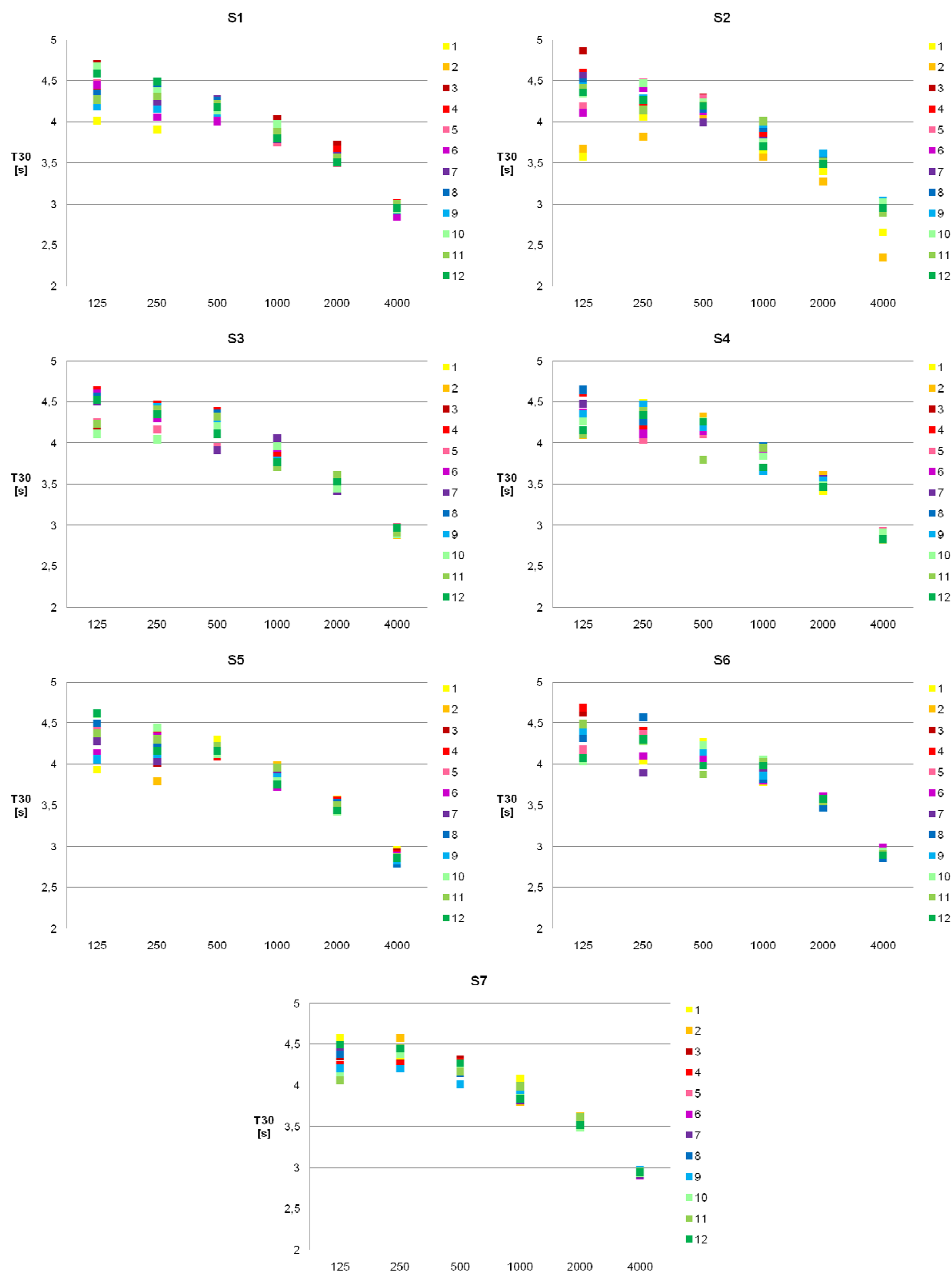


Figura 44. Tempo de reverberação (T_{30}) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Na Figura 45 são apresentados os resultados do tempo de decaimento inicial (EDT) em função da frequência para as diferentes posições de fontes e receptores. O parâmetro EDT representa a sensação de reverberância do espaço.

Comparando os resultados dos dados do Tempo de Decaimento Inicial (EDT), com os de TR, observa-se que os valores de EDT são menores que os de TR nas combinações de fontes e receptores sonoros, quando fonte e receptores estão situados mais próximos entre si ou então o receptor está próximo às paredes refletoras.

As posições de fonte e receptores localizadas no altar apresentam grande diminuição no valor de EDT quando comparado ao valor de TR, isso devido ao fato de se localizarem em um espaço de menor volume e reflexão mais rápida.

Para as posições de fontes S3 e S4 que são simétricas nota-se que existe interferência na resposta provavelmente devido à diferença da disposição do mobiliário no interior da igreja, acarretando alteração mais notável nas frequências de 125 Hz e 250 Hz. Ao lado da fonte S3 está localizada a nova posição do coro, enquanto ao lado da fonte S4 ainda se mantém a configuração do altar lateral original. Na posição da fonte S6 houve diminuição do EDT em comparação ao TR para todos os receptores sonoros, e a variação de valores nas diversas posições foi maior em baixa frequência, diminuindo conforme aumentava a frequência.

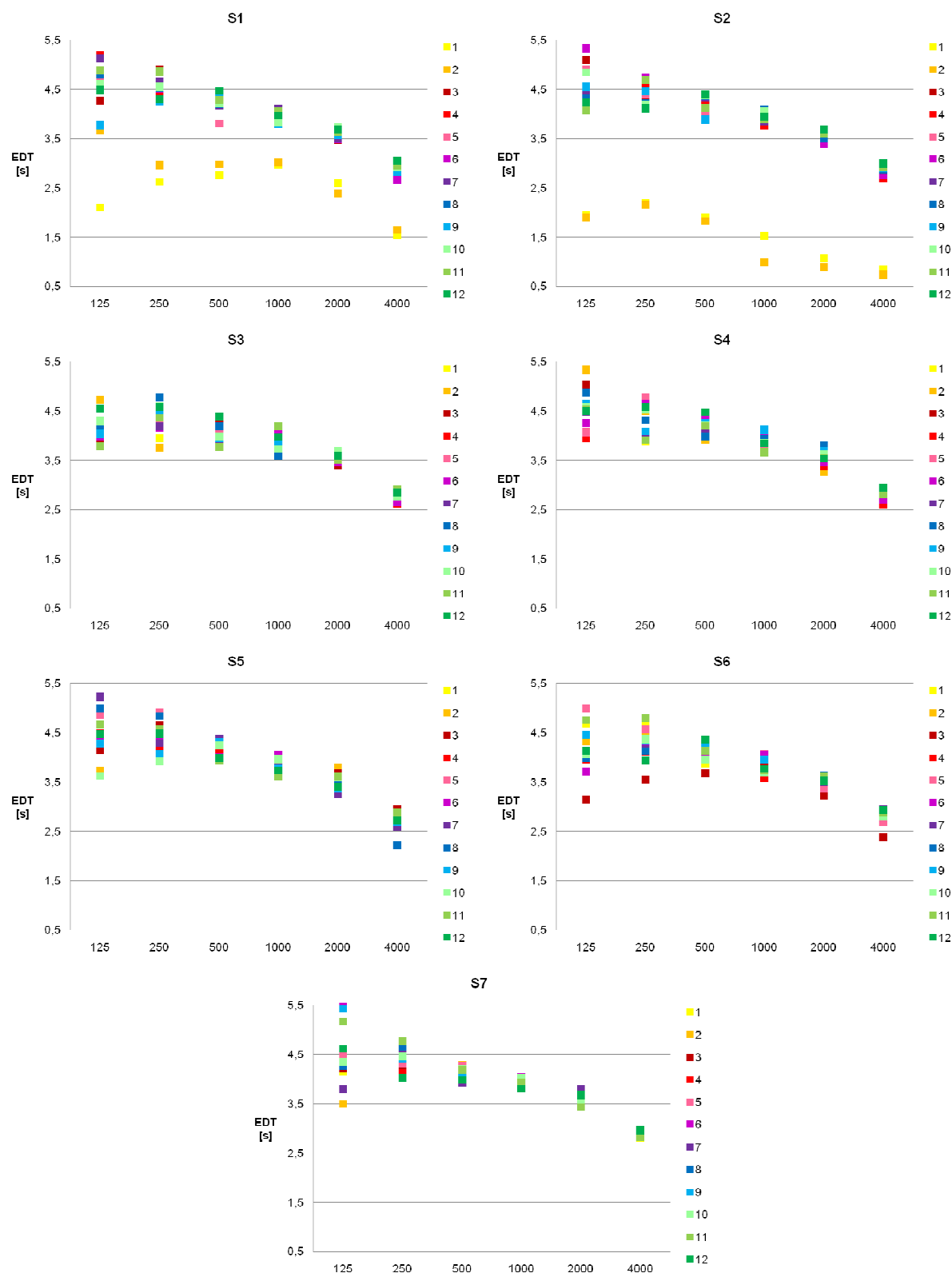


Figura 45. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Na Figura 47, são apresentados os resultados obtidos do parâmetro Clareza (C_{80}) em função de frequência para as diferentes posições de fontes sonoras e receptores.

Para o parâmetro de Clareza, os resultados obtidos demonstram que a igreja apresenta valores abaixo dos indicados, salvo algumas exceções. Para as duas fontes analisadas no altar, apenas os receptores também posicionados no altar e aqueles do início da nave principal apresentam valores adequados de clareza. Para os demais receptores S1 apresenta maior variação em comparação a S2 e para ambas as fontes a pior resposta ocorre em 250 Hz, melhorando conforme aumenta a frequência.

Para S3 e S4 que estão dispostos de forma espelhada na planta da igreja, percebe-se pequena diferenciação entre valores. Os melhores desempenhos ocorrem nas altas frequências e quanto mais distante está o receptor em relação à fonte, pior a resposta. Os pontos situados do meio ao fim da nave não atendem aos padrões.

A fonte S5 referente à audiência é a que apresenta os melhores resultados de clareza, sendo os receptores mais próximos considerados ótimos e os restantes aceitáveis. Apenas nas frequências de 250 Hz e 500 Hz que há alteração na resposta, não sendo adequados aos padrões, salvo os mais próximos à fonte. A fonte S6 apresenta valores de clareza inferiores aos adequados, tendo respostas aceitáveis apenas quando os receptores estão próximo à fonte. Já a fonte S7 apresenta para todos os receptores clareza considerada ruim por não atender aos padrões salvo em 125 Hz e 4 kHz para os pontos centrais da nave.

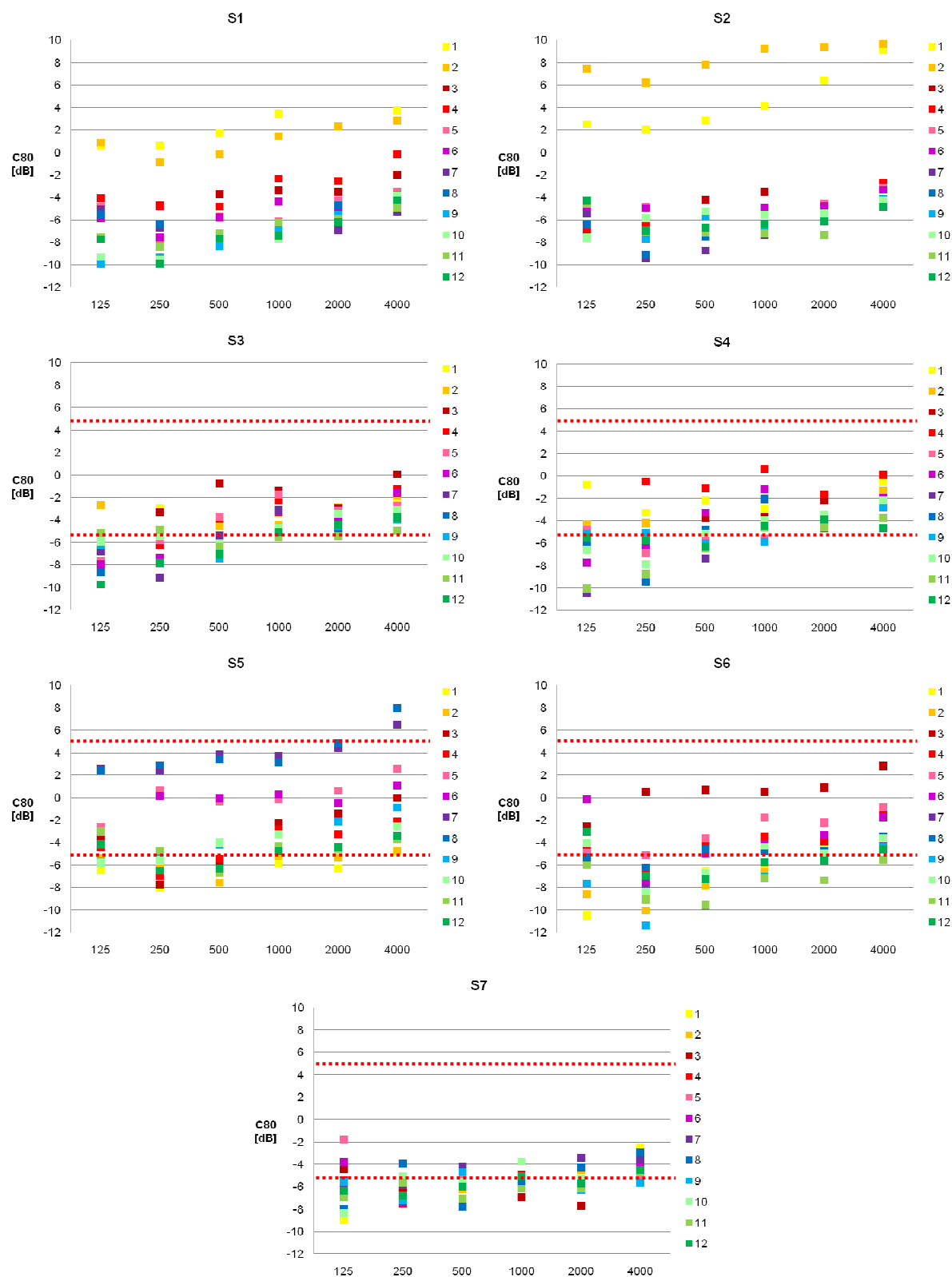


Figura 46. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Os resultados medidos dos parâmetros de Definição (D_{50}) em função de frequência são apresentados na Figura 47.

Analisando os dados quanto ao parâmetro de definição, apenas os resultados para as fontes S2 e S5 apresentam alguns valores acima do 0,5. Os resultados para a fonte S1 apresentam melhores respostas em comparação à S2. Dessa forma pode-se perceber que a interferência vinda do Concílio Vaticano II quanto ao reposicionamento do padre nesse caso foi benéfica, mesmo que essa variação seja pequena. A fonte S2 apenas apresenta melhores resultados para os receptores posicionados no altar.

Para as fontes S3 e S4 as respostas encontradas quanto à definição foram bastante similares, com pequena variação notada nas frequências de 500 Hz e 1 kHz. As piores respostas encontradas foram em baixa frequência. No caso da fonte S5 as piores respostas foram para as posições de altar e as melhores nas posições mais próximas à fonte. As fontes S6 e S7 não apresentam boa clareza, sendo o posicionamento do coro original (S7) pior que o posicionamento do novo coro (S6).

Os valores da distância entre as fontes sonoras e receptores distribuídos na Igreja Nossa Senhora das Dores são apresentados na Tabela 14, sendo 30,96 m a maior distância entre as composições, que corresponde à fonte S7 e o receptor 02.

Os valores de Índice de Transmissão da Fala (STI) medidos são apresentados na Tabela 15. Esses valores foram classificados de acordo com a Tabela 16. Após classificação pode-se observar que o índice em grande parte da igreja é considerado como pobre. A igreja apresenta 88% das combinações de fonte e receptores sonoros qualificadas como pobres, 7% como razoável e 5% bom. Tal comportamento pode ser atribuído ao volume da igreja associado à presença de ornamentos, que aumentou a dispersão do som.

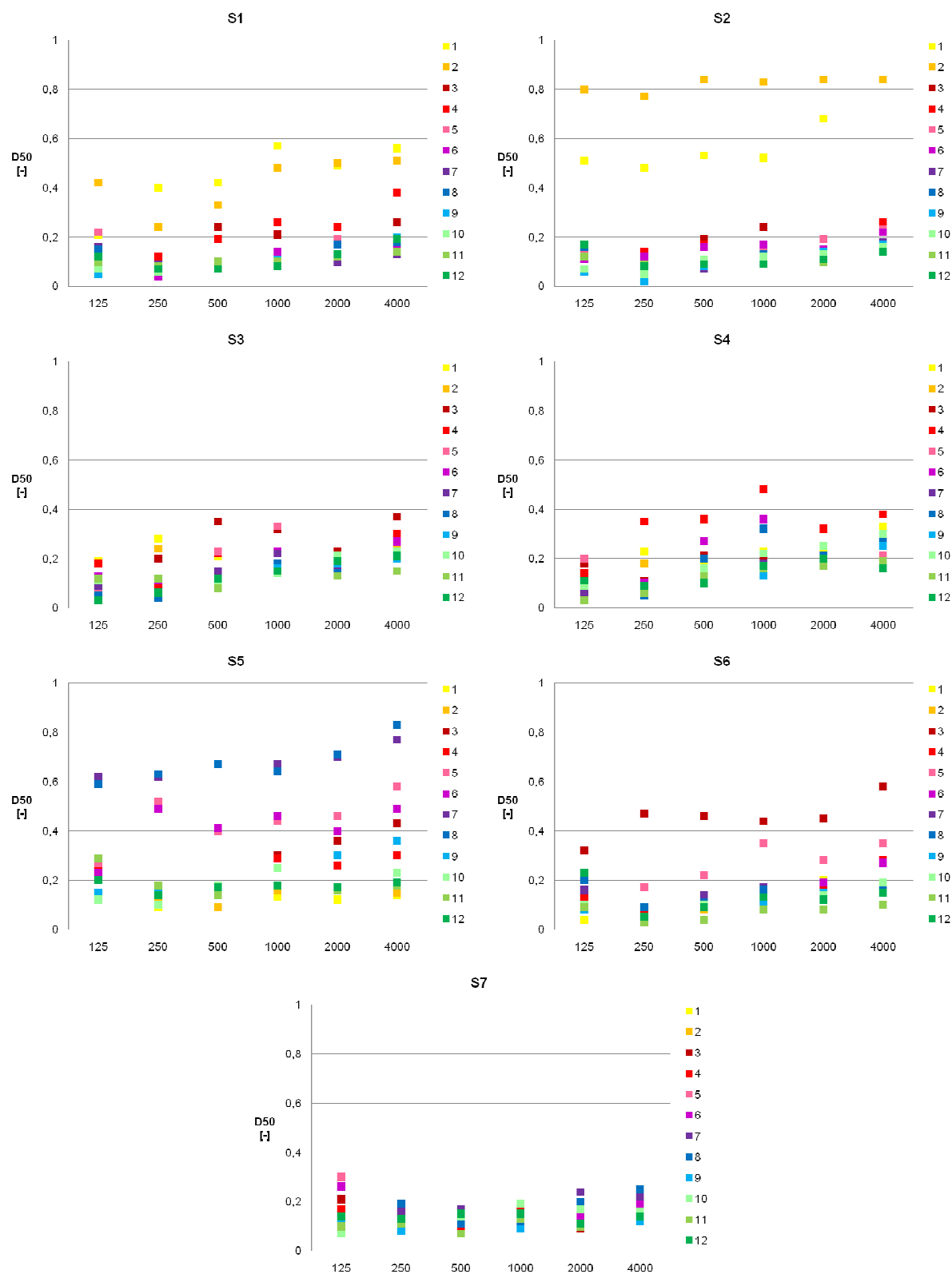


Figura 47. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Tabela 14. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores												
Distância [m]												
Fonte	Receptores											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
S1	2,60	4,18	9,52	9,52	13,53	13,53	16,42	16,42	20,03	20,03	22,68	22,68
S2	0,35	1,22	12,33	12,33	16,40	16,40	19,35	19,35	22,90	22,90	25,60	25,63
S3	5,90	7,05	7,59	10,82	11,77	14,07	15,11	16,24	18,09	20,27	21,36	22,17
S4	5,90	7,05	10,82	7,59	14,07	11,77	16,24	15,11	20,27	16,24	22,17	21,36
S5	17,07	18,65	6,53	6,53	3,67	3,67	2,72	2,72	6,91	6,91	8,37	8,37
S6	10,73	11,90	5,72	11,67	9,12	13,66	12,60	14,83	14,72	19,03	18,47	20,05
S7	29,42	30,96	18,72	18,72	14,96	14,96	11,98	11,98	10,53	10,53	7,76	7,76

Tabela 15. Valores de STI medidos para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores												
STI [-]												
Fonte	Receptores											
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12
S1	0,55	0,52	0,38	0,40	0,33	0,33	0,30	0,32	0,32	0,32	0,33	0,32
S2	0,63	0,74	0,36	0,34	0,34	0,33	0,31	0,32	0,33	0,33	0,31	0,32
S3	0,37	0,37	0,43	0,38	0,38	0,35	0,34	0,34	0,33	0,37	0,33	0,35
S4	0,40	0,38	0,37	0,46	0,34	0,39	0,33	0,36	0,33	0,36	0,34	0,34
S5	0,33	0,31	0,42	0,39	0,50	0,49	0,63	0,65	0,41	0,36	0,34	0,34
S6	0,33	0,35	0,52	0,36	0,41	0,36	0,34	0,35	0,32	0,35	0,30	0,32
S7	0,34	0,34	0,32	0,32	0,33	0,34	0,36	0,35	0,32	0,35	0,32	0,34

Tabela 16. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores		
Qualificação Inteligibilidade		
STI		
Intervalo	Qualidade	Ocorrências
0,00 a 0,30	Ruim	-
0,30 a 0,45	Pobre	74 (88%)
0,45 a 0,60	Razoável	6 (7%)
0,60 a 0,75	Bom	4 (5%)
0,75 a 1,00	Excelente	-

5.5. Igreja de Santa Rita de Cássia

A Igreja de Santa Rita de Cássia, localizada no bairro da Nova Campinas, teve a execução de seu projeto iniciado em 1956, sendo terminado em 1964 (Figura 48). A igreja tem planta em cruz grega, possui paredes em alvenaria, livre de ornamentos e com a presença de grandes aberturas para iluminação em forma de vitrais (Figura 49). O piso é revestido em granito polido em toda a extensão da igreja, fazendo apenas diferenciação do tipo de granito para paginação do piso. O mesmo material do piso foi utilizado na construção do altar e dos púlpitos.

Entre os anos de 2004 e 2006 a Igreja passou por uma reforma de grande interferência no seu comportamento acústico, quando uma grande cúpula octogonal metálica foi instalada com revestimento acústico (Figura 50).



Figura 48. Vista interna da igreja de Santa Rita de Cássia. (fonte: acervo autor)

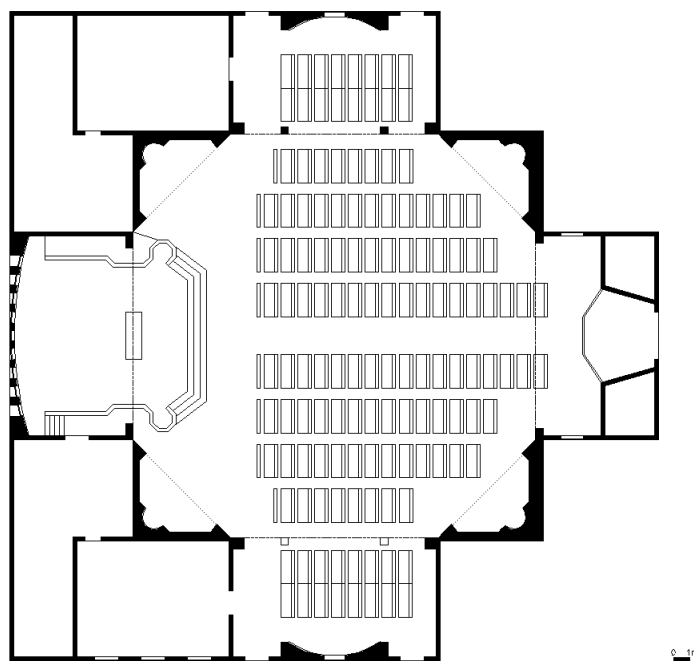


Figura 49. Planta principal da igreja de Santa Rita de Cássia.

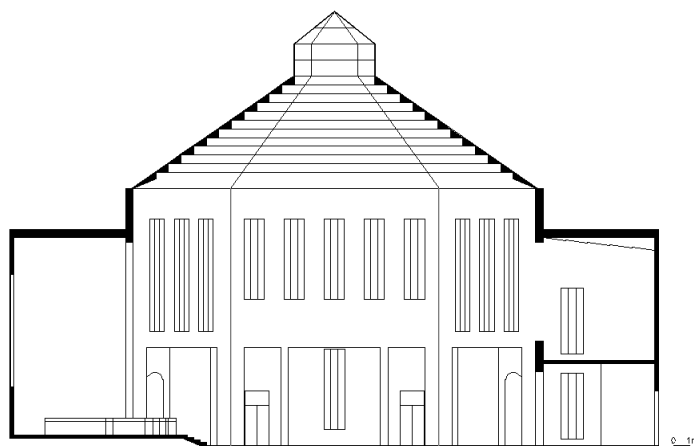


Figura 50. Corte da igreja de Santa Rita de Cássia.

Na Igreja de Santa Rita de Cássia foram utilizadas 6 posições para as fontes sonoras, sendo escolhidos três pontos do altar: a posição do padre (S1); púlpito direito ao padre (S2); púlpito esquerdo ao padre (S3); um ponto na localização atual de coro e banda (S4); outro ponto na área de congregação (S5); e o sexto ponto no local do coro original (S6) (Figura 51).

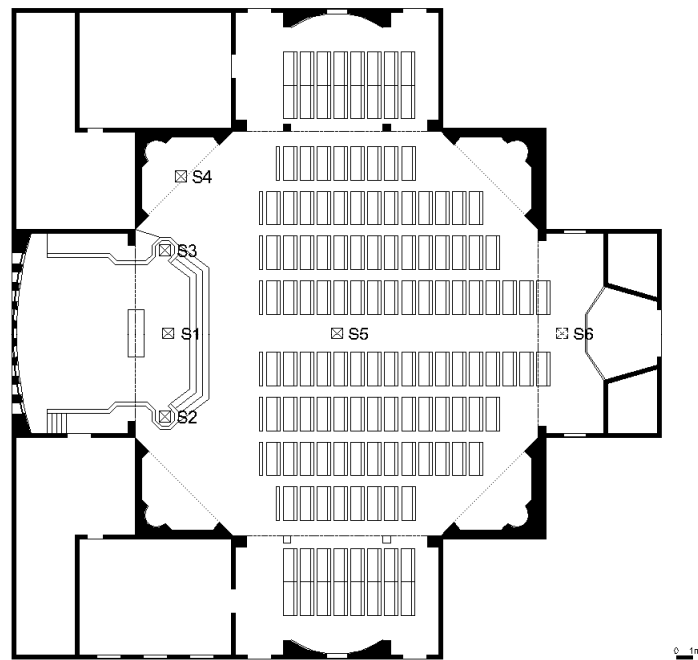


Figura 51. Planta da igreja de Santa Rita de Cássia com os posicionamentos das fontes sonoras.

Os receptores sonoros foram dispostos em 11 posições, sendo escolhidas para analisar a resposta ouvida pelo padre no altar as fontes (01) e (02); e, ao longo da nave, para captar o comportamento do som percebido pelos fiéis e as influências da cúpula foram posicionados os receptores em (03), (04), (05), (06), (08), (09) e (10); e na lateral fora da área abrangida pela cúpula foi escolhido o ponto (07) (Figura 52).

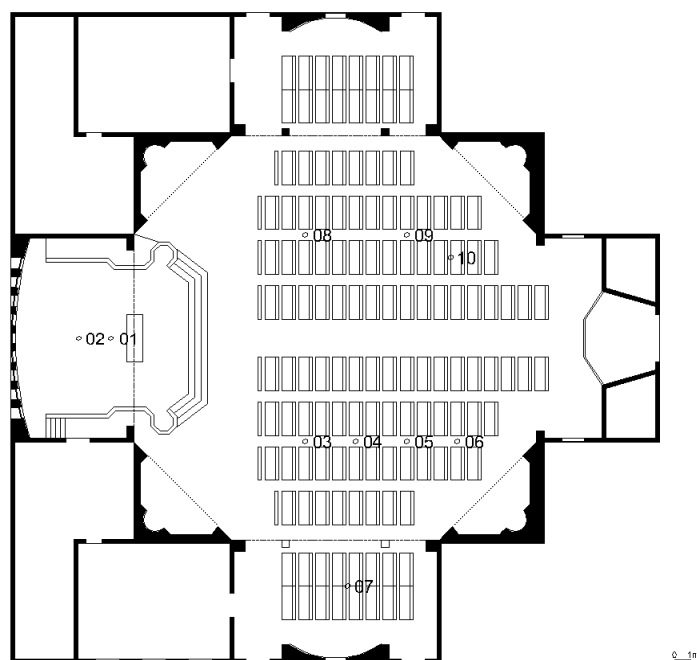


Figura 52. Planta da igreja de Santa Rita de Cássia com os posicionamentos dos receptores sonoros.

A Figura 53 apresenta os valores medidos de Tempo de reverberação (TR) em função de frequência para as fontes e receptores sonoros. A Igreja de Santa Rita de Cássia, considerando o volume de sua edificação, deveria apresentar na frequência de 500Hz como valores ideais para tempo de reverberação 0,9 s para fala e 1,9 s para música de orquestra (MEHTA et al.,1999). Após a obtenção dos dados de tempo de reverberação é possível verificar que a igreja não atende ao tempo de reverberação adequado em nenhuma das situações propostas.

A igreja possui um TR que se eleva nas médias frequências, sendo menor em baixas e altas frequências. A menor variação de tempo de reverberação encontrada em todas as combinações de fontes e receptores sonoros acontece para a frequência de 1 kHz, cerca de 0,1 s. Para as demais combinações, de acordo com a distância que a fonte está do receptor, a resposta é variada. Os menores valores de TR encontrados ocorrem na frequência de 4 kHz, em torno de 3 s.

A fonte S1 é a que apresenta maior variação de valores de TR, atingindo até 0,7 s. Os valores de tempo de reverberação se elevam ao distanciar o receptor da

fonte. A fonte S6 apresenta valores de TR mais elevados na frequência de 125 Hz para as posições 06 e 10, o que pode ser devido ao fato desses receptores estarem situados numa posição de sombra acústica que não propicia as reflexões para baixa frequência.

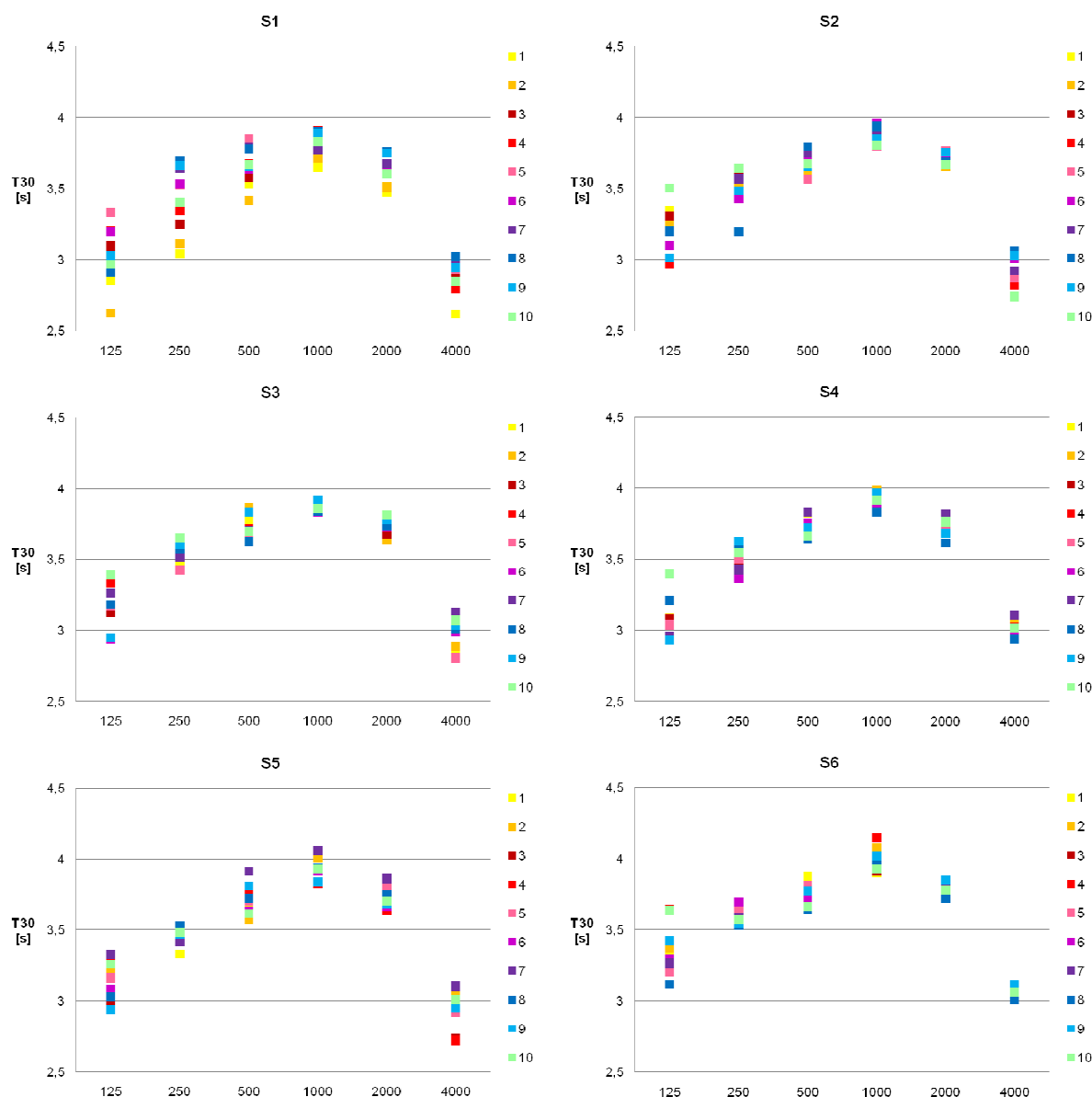


Figura 53. Tempo de reverberação (T30) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

Os resultados do Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em função da frequência que representam a sensação de reverberância do espaço para os diferentes posicionamentos de fonte e receptores são apresentados na Figura 54.

Da análise feita, pode-se perceber o que o EDT diminui em relação ao TR, cerca de 0,5 s, nas combinações de fontes e receptores sonoros, quando as fontes e receptores são situados mais próximos, sofrendo uma pequena elevação quando mais afastados.

Para a fonte S1, os receptores 06 e 10, por estarem posicionados próximos a paredes refletoras, apresentaram valores de EDT bem próximos aos de TR, mesmo situados nas posições mais distantes das fontes. A resposta de EDT para a posição de coro S6 é semelhante ao comportamento do TR para todos os pontos, exceto para a frequência de 125 Hz que apresenta elevação.

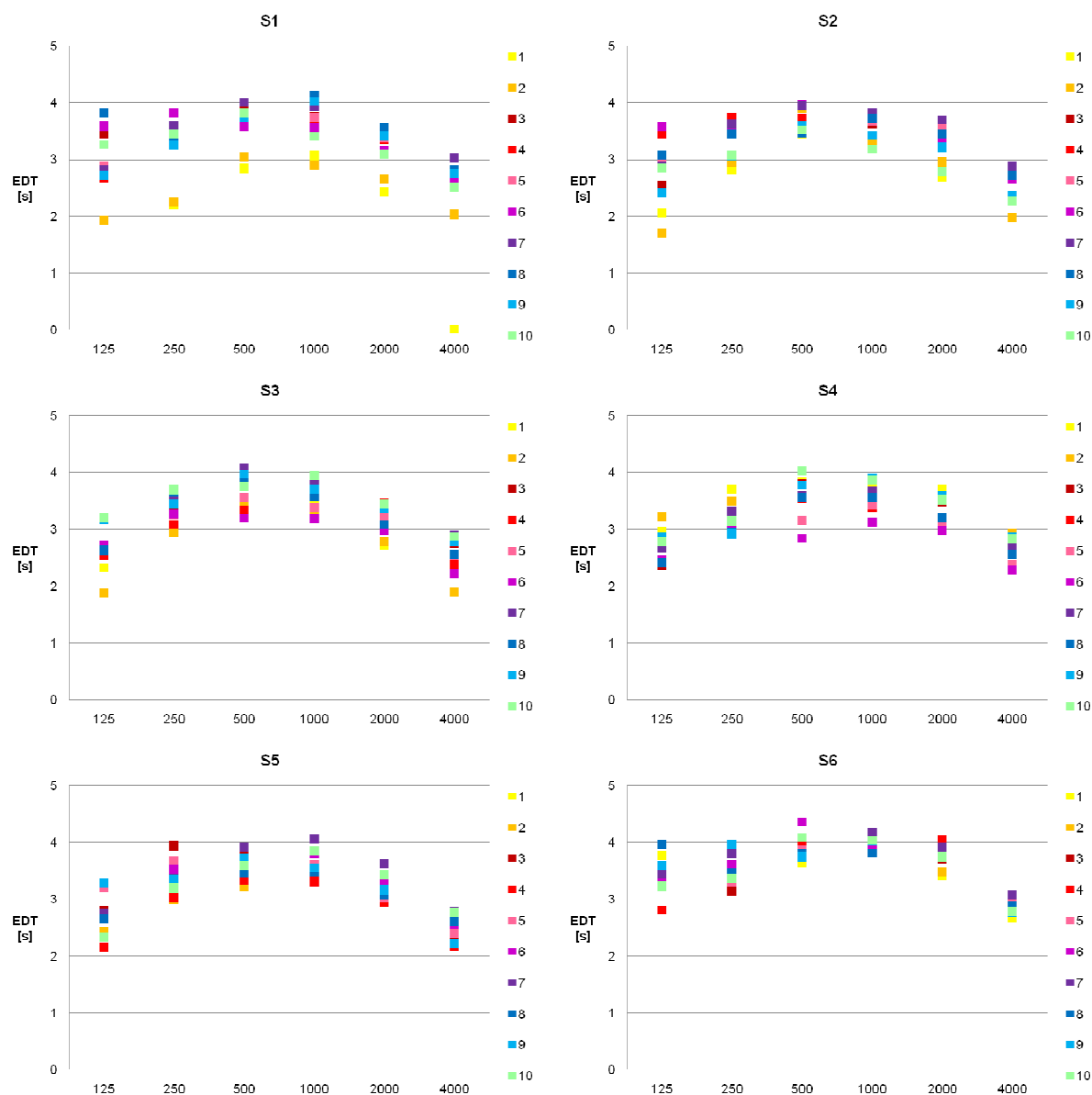


Figura 54. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

Os valores de Clareza (C_{80}) obtidos são ilustrados pela Figura 55. Esse parâmetro deve apresentar valores entre -5 dB e 5 dB para serem considerados como adequados à música. Nos resultados encontrados para o parâmetro de Clareza, pode-se perceber que a resposta é bastante variada para todas as fontes de acordo com o receptor analisado. As duas posições de fonte em que a clareza deveria ser melhor, por se tratar de um parâmetro associado à música são S4 e S6, onde são posicionados os

músicos, ambas apresentaram valores abaixo dos consideráveis como adequados. Os piores resultados são os encontrados para as frequências de 250 Hz e 500 Hz.

Para a fonte S4 apenas o receptor 08 apresentou valores adequados por estar próximo à fonte. As fontes S2 e S3 apresentam bons resultados na maioria dos pontos próximos, no entanto conforme aumenta a distância, piora a clareza. Para S5 apenas os pontos 01 e 07, que não estão no mesmo volume da fonte sonora, possuem resultados inferiores aos adequados.

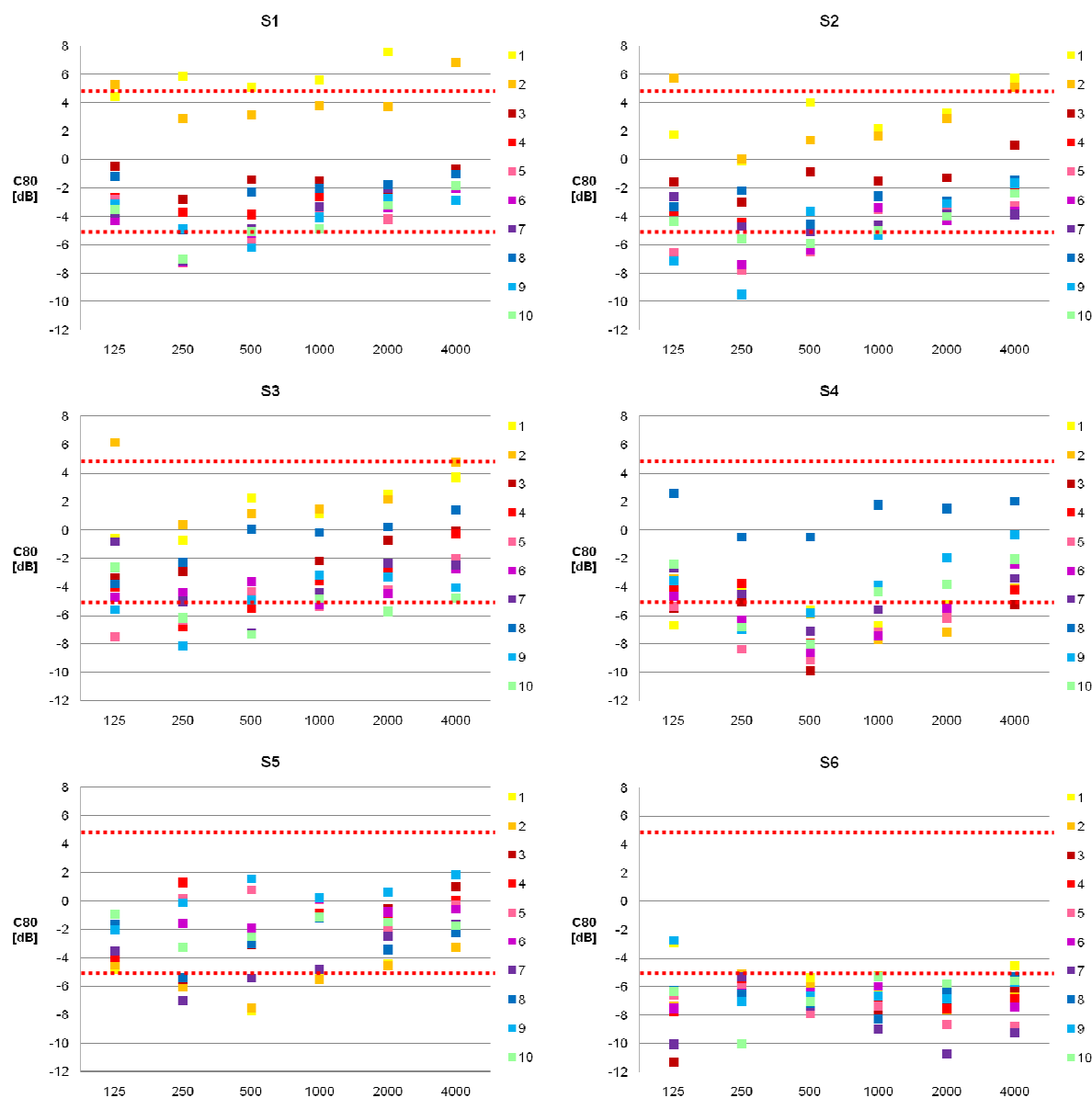


Figura 55. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

A Definição (D_{50}) é estabelecida por um valor de 0 a 1, sendo o 1 o ideal. No entanto considera-se 0,5 como adequado à fala. Os valores obtidos na medição são apresentados na Figura 56. Quanto à análise do parâmetro acústico de Definição, pode-se observar que em todas as posições de fonte sonora, a resposta dos receptores não apresenta definição aceitável à fala (Figura 56). Quanto mais distante da fonte está posicionado o receptor, pior é a resposta.

Apenas as fontes próximas aos receptores apresentaram condição aceitável de definição, superior a 0,5, como no caso da fonte S4 e o receptor 08, ou então a fonte S2 para os receptores 01 e 02 e a fonte S3 para os receptores 01 e 08. A fonte S6 que é a mais distante de todos os receptores é a que apresenta pior definição da fala.

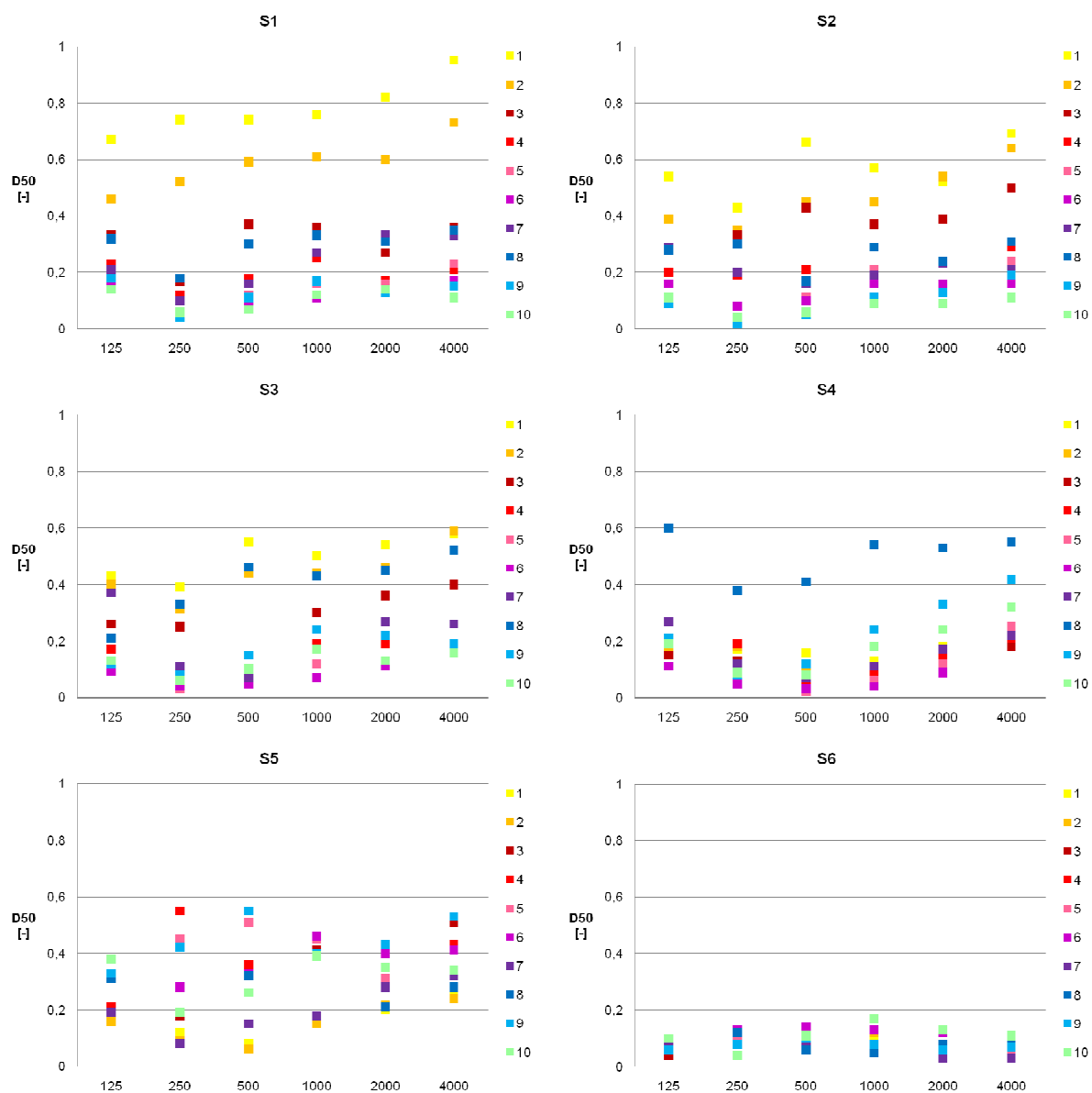


Figura 56. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

A distância entre as fontes sonoras e receptores distribuídos na igreja são apresentados na Tabela 17, sendo 30,87 m a maior distância entre as composições que representa a fonte S6 e o receptor 02.

Os valores de Índice de Transmissão da Fala (STI) medidos são apresentados na Tabela 18. Analisando então a qualificação obtida segundo a Tabela 19 pode-se notar que a Igreja de Santa Rita de Cássia apresenta melhores valores de STI para os receptores posicionados próximos às fontes.

Seguindo a tabela de classificação, pode-se verificar que a única posição indicada como ruim está localizada em um volume diferente da fonte e apresenta a região de sombra acústica (S6-07). A maior parte das combinações de fontes sonoras e receptores apresentam classificação pobre (75%), como razoável é uma pequena parcela (20%). As combinações que foram classificadas como boa e excelente foram apenas duas posicionadas no altar.

Tabela 17. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia										
Distância [m]										
Fonte	Receptores									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
S1	3,50	5,50	10,80	13,46	16,34	19,28	19,16	10,80	16,34	18,44
S2	6,18	7,45	8,93	12,05	15,24	18,38	15,39	14,62	19,14	20,64
S3	6,18	7,45	14,62	16,71	19,14	21,72	23,64	8,93	15,24	17,91
S4	10,70	11,66	18,03	19,61	21,56	23,76	27,35	8,54	14,59	17,59
S5	14,04	16,04	6,70	6,56	7,84	9,98	15,49	6,70	7,84	8,79
S6	28,92	30,87	18,48	15,85	13,40	11,35	21,51	18,48	13,40	10,89

Tabela 18. Valores de STI medidos para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia										
STI male										
Fonte	Receptores									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
S1	0,75	0,61	0,44	0,38	0,37	0,39	0,39	0,43	0,38	0,38
S2	0,58	0,55	0,47	0,39	0,36	0,34	0,36	0,40	0,42	0,42
S3	0,53	0,53	0,42	0,39	0,41	0,44	0,37	0,48	0,38	0,33
S4	0,32	0,32	0,36	0,39	0,41	0,44	0,36	0,53	0,41	0,37
S5	0,38	0,36	0,49	0,49	0,50	0,47	0,37	0,44	0,52	0,43
S6	0,37	0,35	0,31	0,31	0,30	0,31	0,29	0,33	0,35	0,34

Tabela 19. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia		
Qualificação Inteligibilidade STI		
Intervalo	Qualidade	Ocorrências
0,00 a 0,30	Ruim	1 (1,6%)
0,30 a 0,45	Pobre	45 (75%)
0,45 a 0,60	Razoável	12 (20%)
0,60 a 0,75	Bom	1 (1,7%)
0,75 a 1,00	Excelente	1 (1,7%)

5.6. Igreja de São Paulo Apóstolo

A Igreja de São Paulo Apóstolo está entre as igrejas mais recentes construídas na cidade de Campinas (Figura 57). Sua construção data de 1966, logo após o anúncio das novas regras implantadas após o Concílio Vaticano II. A Igreja tem um estilo arquitetônico incomum.



Figura 57. Vista interna da igreja de São Paulo Apóstolo. (fonte: acervo autor)

A planta da igreja São Paulo Apóstolo é simétrica (Figura 58), mas em formato de estrela com seis pontas; as paredes são feitas em alvenaria, com amplas janelas. Também o telhado apresenta um formato diferente e é forrado em madeira.

A área de audiência é posicionada como em auditório inclinado (Figura 59) e apresenta formato de ferradura, retomando a disposição dos odeons gregos. O piso é revestido em cimento nas escadas e ardósia nas áreas de circulação. O altar é único e é revestido por granito. Apresenta apenas duas imagens sagradas além do crucifixo posicionado atrás do altar, de acordo com as novas regras de construção de igrejas propostas pelo Conselho Vaticano II.

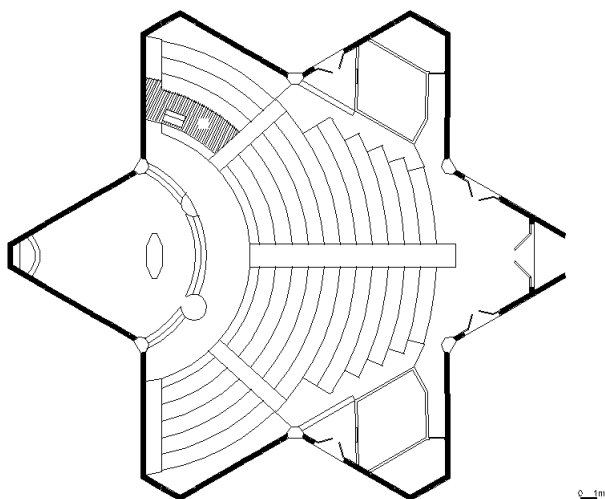


Figura 58. Planta principal da igreja de São Paulo Apóstolo.

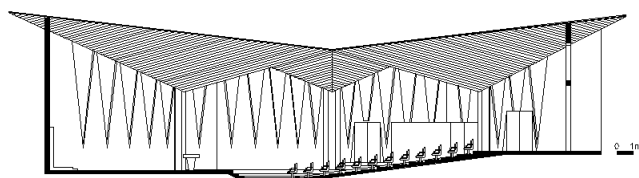


Figura 59. Corte da igreja de São Paulo Apóstolo.

Na Igreja de São Paulo Apóstolo foram utilizados 5 pontos para posicionamento das fontes sonoras, sendo escolhidos os pontos do altar (S1) e (S2); púlpito direito ao padre (S3); coro (S4); e um ponto na área da congregação (S5) (Figura 61).

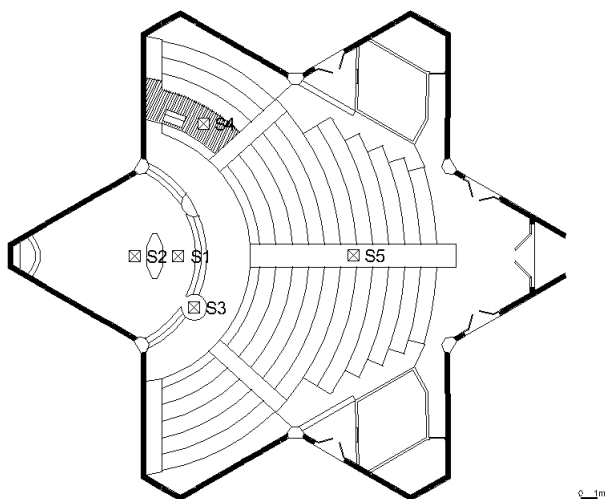


Figura 60. Planta da igreja de São Paulo Apóstolo com os posicionamentos das fontes sonoras.

Foram escolhidos 10 pontos para posicionamento dos receptores sonoros com a finalidade de avaliar o comportamento sonoro da igreja percebido pelos ouvintes. Para analisar a resposta ouvida pelo padre adotou-se os pontos (01) e (02); e, distribuídos pela nave, para captar o comportamento do som percebido pelos fiéis foram escolhidos os pontos (03), (04), (05), (06), e por simetria os pontos (10), (07), (08) e (09) respectivamente (Figura 62).

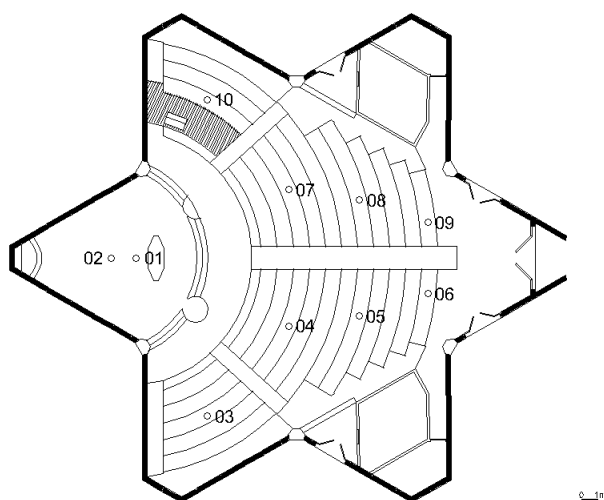


Figura 61. Planta da igreja de São Paulo Apóstolo com os posicionamentos dos receptores sonoros.

A Figura 62 apresenta os valores medidos de Tempo de reverberação (TR) em função de frequência para as fontes e receptores sonoros. Considerando o volume de sua edificação, a igreja deveria apresentar na frequência de 500 Hz como valores ideais para 0,8 s para fala, 2,2 s para música sacra e não engloba valores para música de orquestra (MEHTA et al.,1999).

Na análise feita dos dados relativos ao parâmetro acústico de TR foi possível verificar que a igreja não atende ao valor ideal para fala. Os valores mais baixos de TR encontrados em todos os pontos de receptores ocorreram entre as frequências de 125 Hz a 500 Hz entre 1,5 s e 2 s, apresentando elevação para 2 s a 2,5 s entre 1 kHz e 4 kHz.

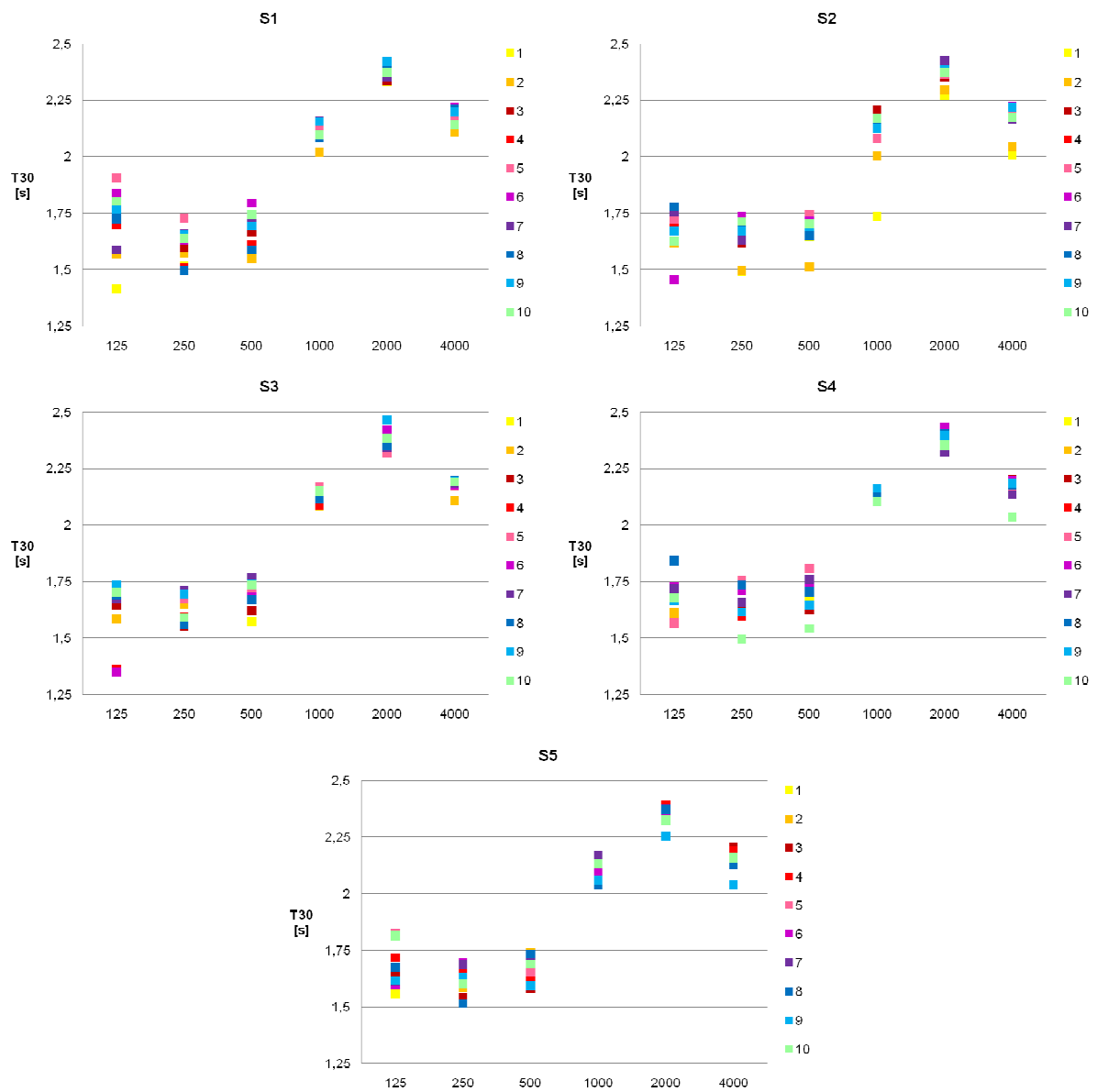


Figura 62. Tempo de reverberação (T_{30}) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

O tempo de decaimento inicial (EDT) indica a sensação de reverberância percebida nas diversas combinações de fontes e receptores dispostos no interior da igreja. A Figura 63 apresenta os valores encontrados de tempo de decaimento em função de frequência. Esses foram comparados aos tempos de reverberação medidos e, em todas as posições de receptores pode-se notar que quão mais próximo era o receptor sonoro da fonte, menor o EDT encontrado, e ao distanciar-se da fonte, o EDT

aumenta em comparação ao TR, propiciando assim maior sensação de reverberância quanto mais distante o ouvinte está da fonte.

O comportamento da curva de EDT em função da frequência é similar ao comportamento das curvas de TR, nas quais os valores mais baixos de EDT obtidos ocorrem em 250 Hz e os mais altos em 2 kHz. A variação de valores é maior em baixa frequência, em torno de 1 s, no entanto para a fonte S1, observa-se que houve grande variação em todos os receptores sonoros. Os menores valores de EDT encontrados referem-se aos pontos que se encontravam próximos às fontes, como no caso da fonte S4 para o receptor 10, e a fonte S2 para os receptores do altar.

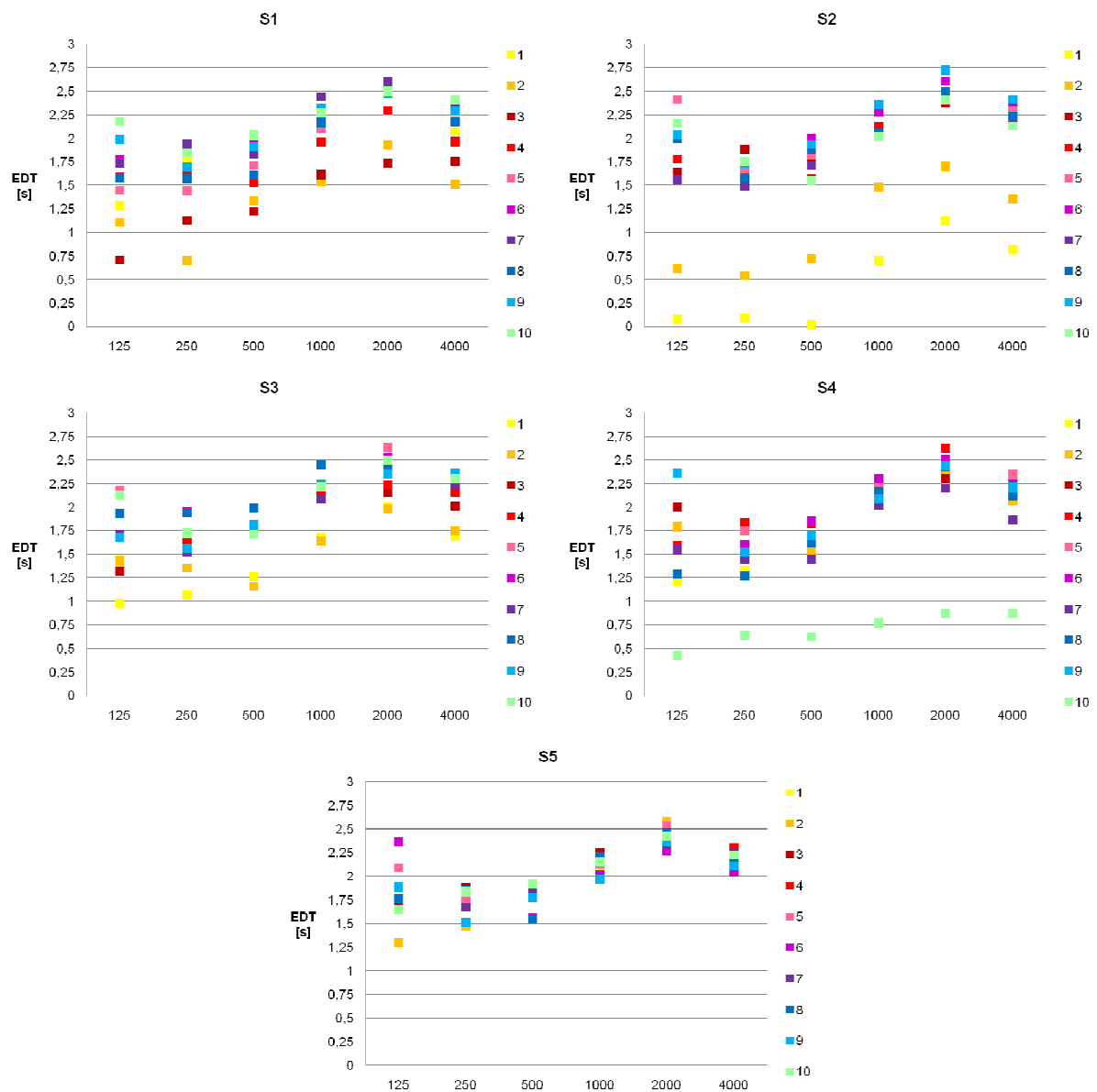


Figura 63. Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

Os valores de Clareza (C_{80}) medidos são ilustrados pela Figura 64. Esse parâmetro deve apresentar valores entre -5 dB e 5 dB para ser considerado como adequado à música. Os resultados encontrados para o parâmetro de Clareza apresentaram valores de expressiva qualidade. A maioria das combinações entre fontes sonoras e receptores teve resposta avaliada como perfeitamente aceitável ou ótima.

Nas combinações de altar (S1-01, S1-02, S2-01, S2-02) encontram-se resultados de valores mais elevados de Clareza, assim como no receptor 10 quando analisada a fonte S4. Isso devido à distância entre fonte e receptor que em ambos os casos era pequena. A fonte S5, referente à assembléia, teve todas as respostas enquadradas nos limites desejados. Os valores de clareza mais elevados por frequência, são os valores em 500 Hz, com exceção ao receptor 05 localizado mais próximo à fonte. . A fonte S4, que é a referente ao posicionamento do coro, atingiu com qualidade desejada referente à função a que se destina.

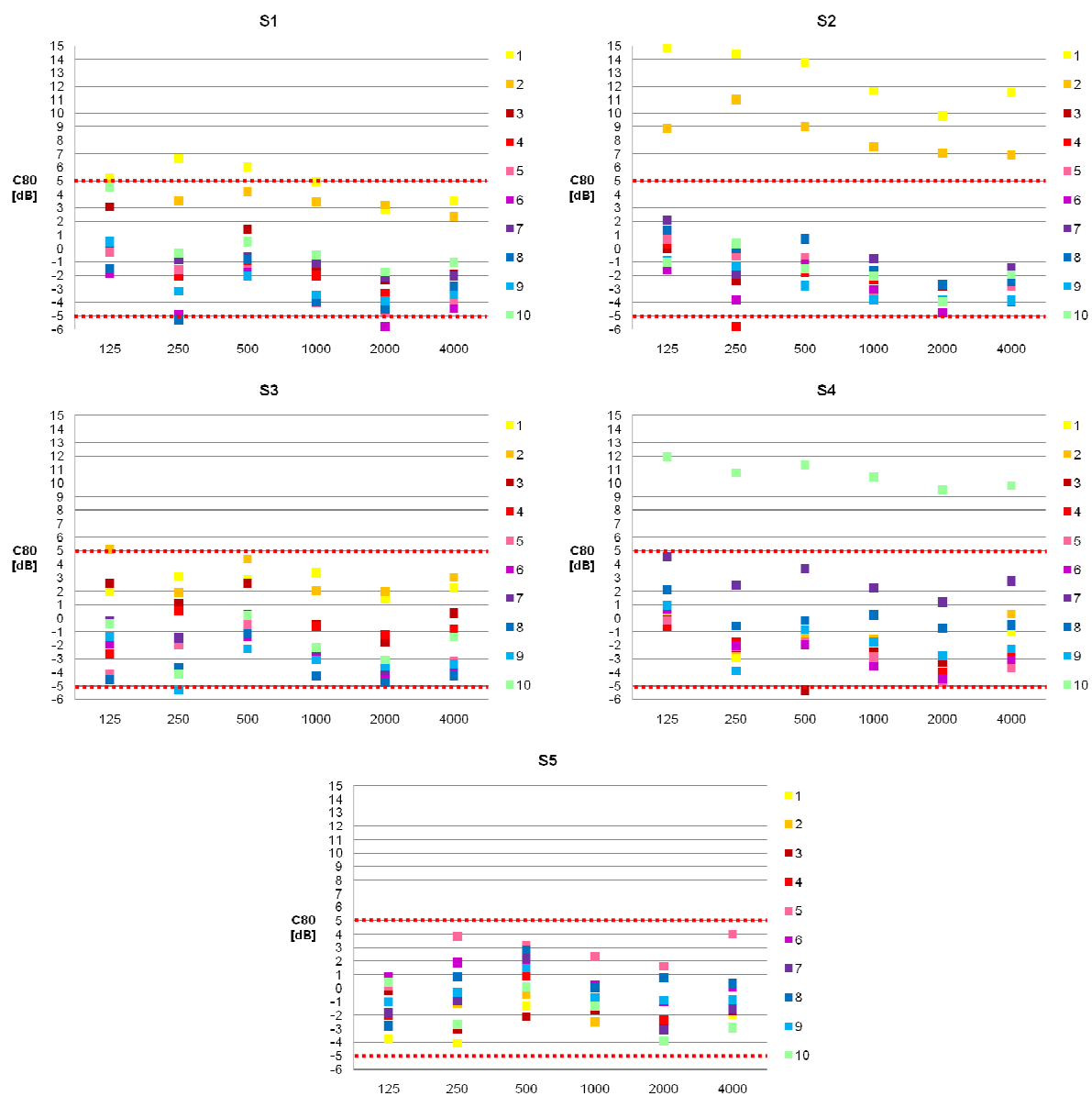


Figura 64. Clareza (C80) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

Os resultados da medição do parâmetro Definição (D_{50}), correspondente à fala são apresentados na Figura 65. Os dados apresentam que a igreja obteve resposta inferior àquela que poderia ser considerada como aceitável, isto é de 0,5. Apenas quando o receptor estava próximo à fonte, os valores encontrados superaram o índice de 0,5.

A maior variação de resultados de Definição por frequência foi encontrada na fonte S5, em torno de 0,4, referente à assembléia. Para a fonte S2, o receptor 10

apresentou resposta em 250 Hz diferenciada dos demais, elevando de 125 Hz e baixando para 500 Hz, o que pode vir a ser explicado pela ausência de assentos em seu entorno, mas com o piso elevado em madeira, o que acarretaria em maior absorção sonora em contraposição ao cimento do restante da igreja.

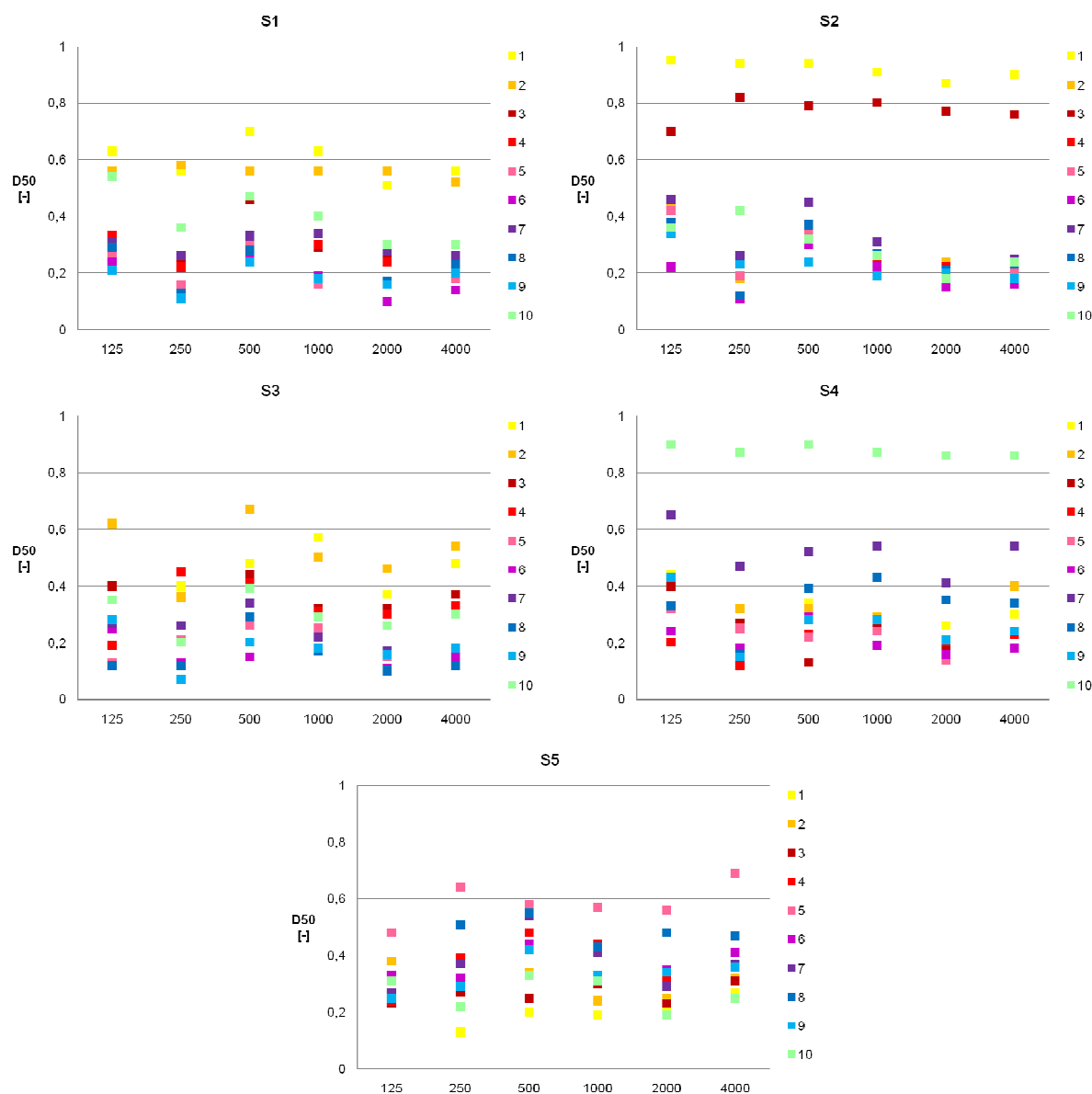


Figura 65. Definição (D50) em função de frequência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

A distância entre as fontes sonoras e receptores distribuídos na igreja são apresentados na Tabela 20 sendo 18,35 m a maior distância entre as composições, referente à fonte S2 e o receptor 06.

Os valores de Índice de Transmissão da Fala (STI) medidos são apresentados na Tabela 21. Os valores de índice de transmissão da fala (STI) foram classificados de acordo com a Tabela 22. Analisando então a qualificação obtida pode-se notar que a Igreja São Paulo Apóstolo apresenta melhores valores de STI para os receptores posicionados mais próximos à fonte.

Seguindo a classificação, pode-se verificar que a igreja em questão não apresenta valores classificados como ruins para STI. A maior parte das combinações de fontes sonoras e receptores apresentam classificação pobre (52%), no entanto a classificação denominada como razoável apresenta também alta porcentagem de ocorrência (40%). As combinações que foram classificadas como boa e excelente representavam apenas 4% do total, cada uma.

Tabela 20. Distância entre fontes e receptores para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo										
Distância [m]										
Fonte	Receptores									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
S1	2,70	4,25	10,05	8,04	11,81	15,68	8,04	11,81	15,68	10,05
S2	0,00	1,55	10,85	10,43	14,40	18,35	10,43	14,40	18,35	10,85
S3	4,93	6,18	6,69	5,90	10,24	14,55	9,49	10,24	15,52	13,17
S4	9,28	10,09	18,13	13,53	15,28	17,42	6,57	10,69	15,16	1,67
S5	13,62	13,62	13,50	5,91	3,63	5,11	5,91	3,63	5,11	13,50

Tabela 21. Valores de STI medidos para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo										
STI [-]										
Fonte	Receptores									
	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10
S1	0,59	0,57	0,47	0,44	0,39	0,37	0,45	0,41	0,39	0,47
S2	0,85	0,70	0,43	0,43	0,41	0,39	0,45	0,43	0,39	0,43
S3	0,54	0,55	0,47	0,46	0,41	0,41	0,41	0,40	0,40	0,44
S4	0,45	0,47	0,41	0,41	0,39	0,40	0,54	0,49	0,43	0,79
S5	0,42	0,45	0,42	0,51	0,60	0,49	0,50	0,54	0,47	0,42

Tabela 22. Qualificação da inteligibilidade e ocorrência para a Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo		
Qualificação Inteligibilidade STI		
Intervalo	Qualidade	Ocorrências
0,00 a 0,30	Ruim	-
0,30 a 0,45	Pobre	26 (52%)
0,45 a 0,60	Razoável	20 (40%)
0,60 a 0,75	Bom	2 (4%)
0,75 a 1,00	Excelente	2 (4%)

5.7. Comparativo entre as igrejas

Todos os valores obtidos para os parâmetros acústicos estudados são apresentados no Apêndice B. Estão descritos em função de frequência para todas as combinações de fontes e receptores sonoros de cada igreja estudada.

Quanto ao Tempo de Reverberação (TR), a Figura 66 ilustra o comparativo entre a média dos valores obtidos em cada igreja em função de frequência. Percebe-se que há a presença de três comportamentos distintos, separando as igrejas em três grupos para comparação.

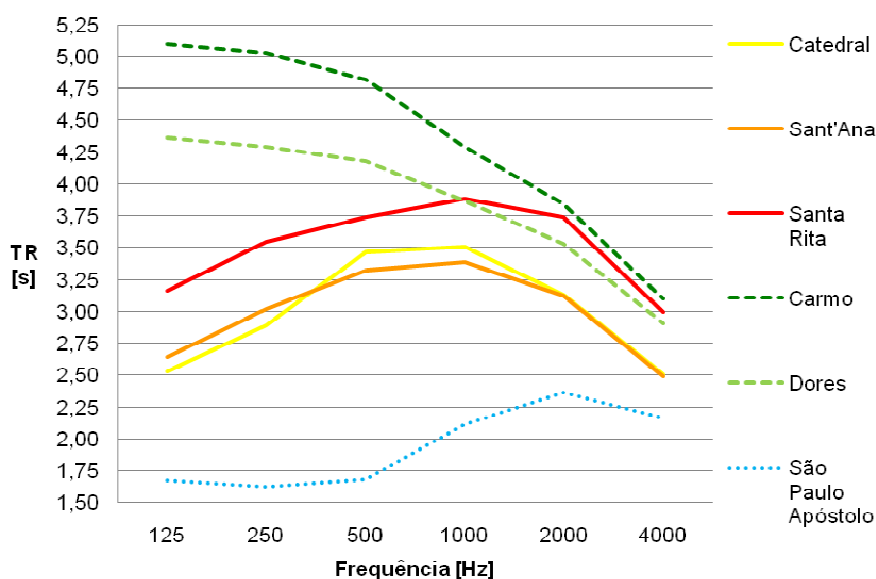


Figura 66. Médias de Tempo de Reverberação (TR) em função de frequência nas igrejas.

Para o grupo 1, Catedral, Sant'Ana e Santa Rita de Cássia, percebe-se que, embora sejam igrejas de períodos construtivos diferentes, com arquitetura e revestimentos internos diversificados, a curva apresenta comportamento semelhante, tendo um acréscimo no valor do TR em média frequência e voltando a decair em alta frequência. Quanto às características arquitetônicas principais, pode-se ressaltar a semelhança de amplo volume entre a Catedral (15388 m³) e Santa Rita de Cássia (13312 m³), uma média de 14300 m³ em cada, em contraposição aos 1378 m³ da Sant'Ana. Quanto ao revestimento interno, Sant'Ana e Santa Rita de Cássia

apresentam materiais bastante reflexivos e a Catedral possui grande presença de talha barroca em madeira.

No grupo 2, tem-se a Basílica do Carmo (5482 m³) e a igreja de Nossa Senhora das Dores (6635 m³), nota-se o comportamento de decaimento da curva em função do aumento da frequência, tendo variação de cerca de 1,5 s da mais baixa a mais alta frequência medida. Arquitetonicamente, apresentam volume médio de 6000 m³ e ambas possuem revestimento bastante reflexivo.

A igreja de São Paulo Apóstolo (3576 m³) está alocada sozinha em um terceiro grupo, por apresentar comportamento acústico bastante distinto em relação às demais igrejas estudadas. Tendo pico mínimo em 250 Hz e máximo em 2 kHz, com inflexão da curva a 1 kHz, e valores similares entre 125 Hz e 500 Hz e também entre 1 kHz e 4 kHz. O interior é bastante reflexivo no que diz respeito a teto e paredes, no entanto o forro, além de apresentar formato distinto, é revestido em madeira.

Quanto ao parâmetro acústico de Tempo de decaimento inicial, EDT, o comportamento observado nas igrejas acontece de forma similar ao de TR. A Figura 67 ilustra as médias de valores de EDT obtidos em função de frequência.

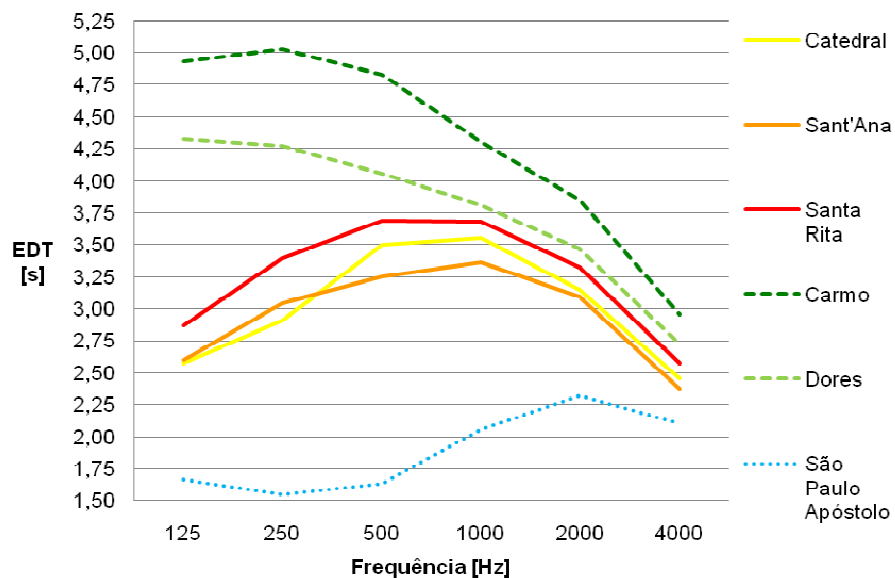


Figura 67. Médias de Tempo de decaimento inicial (EDT) em função de frequência nas igrejas.

Comparando o comportamento do parâmetro EDT com o do parâmetro TR, observa-se na Figura 67, que a média dos valores obtidos para EDT é mais baixa que a média de TR para todas as igrejas exceto para a Catedral. Esse resultado indica que a sensação de reverberância é menor que a reverberação real do ambiente para todas as igrejas, exceto para a Catedral.

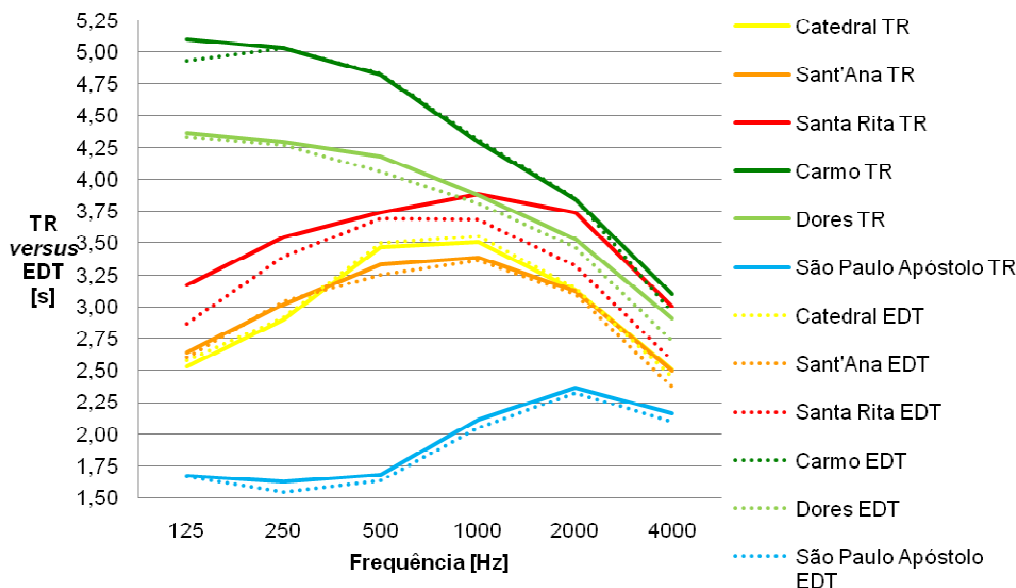


Figura 68. Comparativo de médias de Tempo de Reverberação (TR) e de Tempo de Decaimento Inicial (EDT) em função de frequência nas igrejas.

Quanto ao parâmetro acústico de Definição (D_{50}), a Figura 69 demonstra que persiste a separação em 3 grupos distintos de comportamento acústico. O grupo 1 apresenta melhores valores nas frequências de 125 Hz e 4 kHz e piores em média frequência. O grupo 2 apresenta uma queda de 125 Hz para 250 Hz que, no entanto, se eleva até os 4 kHz. Já a igreja de São Paulo Apóstolo apresenta melhores valores para 125 Hz e para as frequências representantes da fala humana, 500 Hz e 1 kHz. As médias obtidas mostram que o valor considerado adequado de Definição, de 0,5, não é alcançado em nenhuma das igrejas.

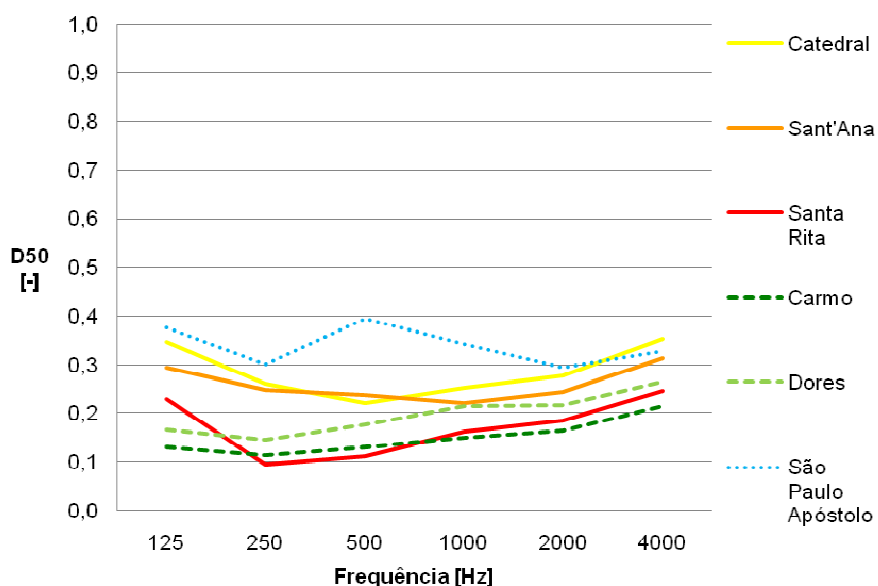


Figura 69. Médias de Definição (D_{50}) em função de frequência nas igrejas.

Para o parâmetro de Clareza (C_{80}), as fontes comparadas são as destinadas à música, ou seja, onde é alocado o coro ou os músicos. Com exceção da igreja São Paulo Apóstolo, as demais possuem dois locais onde o coro e os músicos se apresentam, e a Catedral apresenta ainda o posicionamento da orquestra. Fazendo o comparativo entre os valores médios obtidos nas faixas de frequência de 500 Hz a 2 kHz para as igrejas estudadas, os valores para música em um ambiente deveriam estar entre -4 dB a 1 dB (METHA et.al., 1999) e entre -5 dB e 5 dB de acordo com a ISO 3382-1 para ser considerada como boa a Clareza.

A Figura 70 apresenta os valores obtidos em cada receptor. Pode-se notar que poucos são os receptores que estão situados dentro dos limites propostos. As igrejas que apresentam melhores respostas ao parâmetro de Clareza, de acordo com a literatura, são: a igreja de São Paulo Apóstolo, com apenas dois receptores situados fora dos limites, a igreja de Sant'Ana, para a posição original do coro e a Catedral quando considerado o posicionamento da orquestra, dados esses que comprovam as informações obtidas nas igrejas quanto à qualidade e apreciação de apresentações musicais.

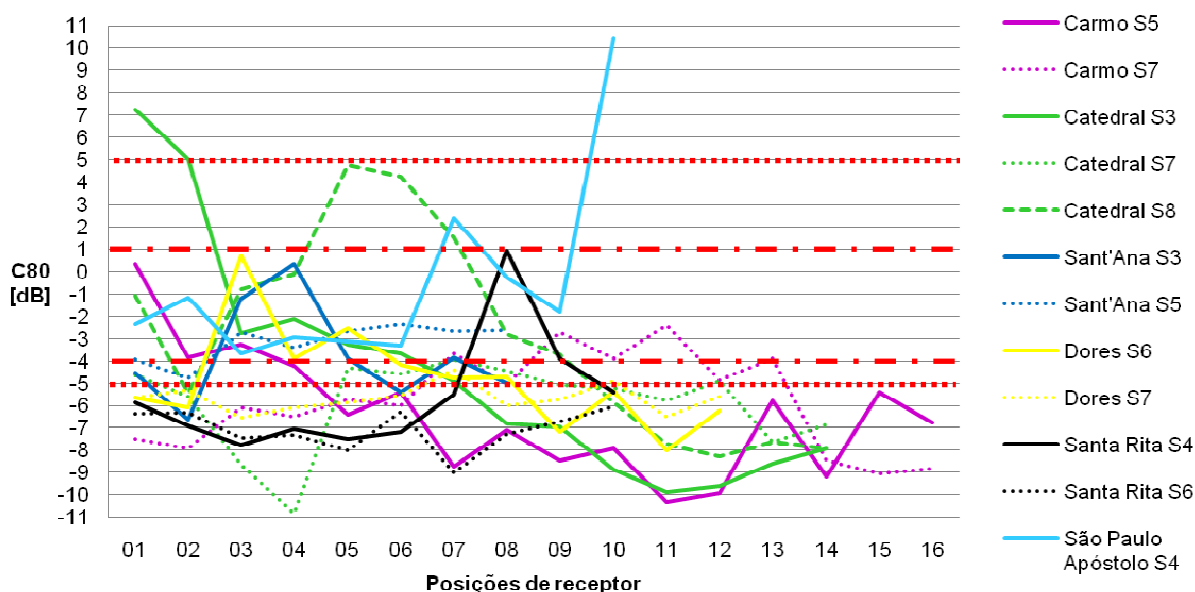


Figura 70. Médias de Clareza (C_{80}) em função de frequência nas igrejas.

As posições de fonte sonora que, de acordo com sua importância, demandam melhor desempenho acústico em consideração às atividades de fala são as correspondentes ao padre e as de leituras feitas pelos oradores. As posições do padre foram consideradas de acordo com o período de projeto e construção das igrejas, se antes ou após o Concílio Vaticano II, a fim de comparar o desempenho acústico para a posição original e para a nova posição estabelecida pelo Concílio quanto à interferência causada por esse reposicionamento.

No comparativo das interferências causadas pelo reposicionamento do padre em igrejas construídas antes do Concílio Vaticano II, quanto ao Tempo de Reverberação, a Figura 71 ilustra a resposta na Basílica de Nossa Senhora do Carmo que apresentou valores bastante semelhante em comparação ao antigo posicionamento do padre.

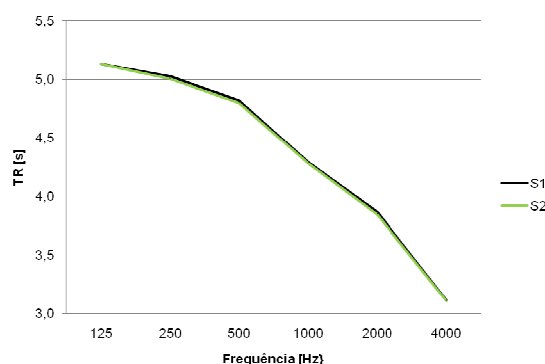


Figura 71. Comparativo da média de Tempo de reverberação entre as fontes S1 e S2 na Basílica do Carmo.

Já para a Igreja de Sant’Ana o reposicionamento acarretou em aumento do TR na maioria dos receptores, valores muito próximos aos obtidos também na posição do orador (Figura 71).

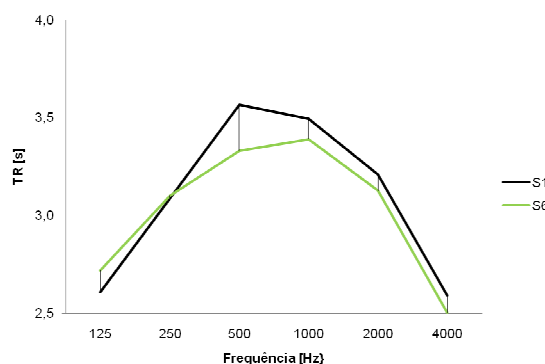


Figura 72. Comparativo da média de Tempo de reverberação entre as fontes S1 e S6 na Igreja de Sant’Ana.

A Igreja de Nossa Senhora das Dores não sofreu interferência no TR com o reposicionamento do padre, continuou com altos valores, próximos aos encontrados nas posições dos oradores. A Igreja de Santa Rita de Cássia, embora construída após o Concílio Vaticano II, apresenta também longo tempo de reverberação. A igreja de São Paulo Apóstolo é a que apresenta menor valor de TR para a frequência de 500 Hz, mas ainda apresenta valores superiores aos sugeridos para fala.

Ainda quanto à fala, os resultados encontrados avaliando o parâmetro de Definição (D_{50}) nas igrejas, embora sejam melhores que na posição original os piores

valores são encontrados na Basílica de Nossa Senhora do Carmo (Figura 20), o que possa ser explicado pelo estilo neo-gótico, que apresenta longo tempo de reverberação. A Catedral (Figura 29) é a que apresenta melhores valores de D_{50} . A igreja de Sant'Ana (Figura 38), apresentou piora nos valores quando comparado à configuração original, talvez pelo fato de a nova posição ficar sob a cúpula do altar. A Igreja de Nossa Senhora das Dores (Figura 47) apresentou pequena melhora nos valores de D_{50} , tendo em vista que houve pequena aproximação aos ouvintes.

A igreja de Santa Rita de Cássia (Figura 56), embora tenha volume próximo ao da Catedral, apresentou piores valores de definição, o que talvez seja atribuído ao fato de, em planta, a edificação da Catedral ser alongada, o que em comparação ao formato octogonal da Igreja Santa Rita de Cássia favoreça as reflexões laterais. A Igreja de São Paulo Apóstolo (Figura 65), embora tenha baixos valores de definição, os menores ainda são superiores a de outras igrejas avaliadas.

Dentre as igrejas estudadas, as que apresentaram melhor desempenho no parâmetro de Clareza (C_{80}) foram a Igreja de Sant'Ana (Figura 37) e Igreja de São Paulo Apóstolo (Figura 64). As posições originais de coro nessas igrejas apresentam quase todos os receptores com respostas entre -5 dB e 5 dB. No entanto, o reposicionamento do coro na Igreja de Sant'Ana apresenta valores que ficam abaixo dos indicados em alguns receptores. Na Basílica do Carmo (Figura 19) o reposicionamento do coro acarretou em piora da Clareza, tendo em vista que os pontos que atendiam estavam até a 15 m de distância e agora só possuem Clareza adequada os posicionados até 4 m da fonte sonora.

Na Catedral (Figura X), o coro antigo apresenta resposta inferior ao novo, uma vez que no novo posicionamento ao menos os receptores das naves laterais e os distantes até 10m da fonte possuem clareza adequada. O mesmo acontece na Igreja de Nossa Senhora das Dores (Figura X), onde para os pontos situados até em até 13 m da fonte atendem aos padrões do parâmetro de clareza. A resposta inadequada à clareza na posição do coro original se repete na Igreja de Santa Rita de Cássia (Figura X). Na

nova posição do coro, apenas os pontos até 9 m de distância atendem aos valores adequados de C_{80} .

Uma igreja que apresenta configuração de música distinta das demais é a Catedral (Figura 28), onde com certa frequência são executadas apresentações de orquestra, a qual é posicionada sob a cúpula. Nessa posição, o desempenho quanto a C_{80} é ótimo ou aceitável para quase todas as posições distantes até 20 m da fonte.

6. CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES A TRABALHOS POSTERIORES

Ao longo do desenvolvimento deste trabalho foi possível analisar como a interação entre a tipologia arquitetônica, a escolha dos materiais construtivos empregados e o uso atribuído aos espaços nas edificações interferem no desempenho dos parâmetros acústicos avaliados nas igrejas estudadas.

Os resultados das medições dos parâmetros acústicos obtidos por meio da avaliação mostraram, de forma geral, que o comportamento acústico das igrejas estudadas não atende os padrões necessários para um desempenho acústico adequado.

Embora todas as igrejas avaliadas possuíssem sistema de som instalado, o estudo em questão visava desenvolver a análise do comportamento acústico das igrejas quanto ao edifício, sem a utilização de equipamentos de eletroacústica. Para tal, foram analisadas as posições de fonte sonora correspondentes à fala e à música utilizadas em cada igreja.

Em todas as igrejas estudadas foi levantado um alto valor de tempo de reverberação, com médias entre 1,5 s e 5,25 s, o que é prejudicial ao bom desempenho quanto à inteligibilidade da fala. Devido ao alto tempo de reverberação encontrado, os parâmetros de clareza (C_{80}) e de definição (D_{50}) consequentemente também são prejudicados.

Embora existam vários parâmetros para fazer a avaliação acústica de um ambiente, o TR continua sendo o parâmetro mais importante, porque os outros parâmetros derivam do TR. Então se existe um TR muito elevado, consequentemente D_{50} apresentará valores referentes a um desempenho acústico ruim no espaço analisado, assim como índice de transmissão da fala (STI) e C_{80} . O TR pode não explicar plenamente o comportamento acústico de um ambiente, mas ao analisar o resultado de TR já é possível ter indícios sobre o comportamento do ambiente quanto aos demais parâmetros acústicos.

Nas igrejas estudadas, o elevado valor de TR encontrado pode ser explicado devido ao tipo de materiais construtivos empregados nas edificações, o volume dos edifícios, e o período histórico em que foram construídas. Como exemplo a Catedral, sendo que o motivo pelo qual foi construída era de mostrar a riqueza da cidade através de um templo ostensivo e imponente, com altares em madeira e cheios de entalhes, e não de apresentar comportamento acústico adequado ou não à função a que se destinava.

Em contraponto, a Igreja de Sant'Ana, com volume cerca de dez vezes inferior ao da Catedral, apresenta valores de TR semelhantes, devido à escolha dos materiais não ser a mais adequada e conseqüentemente mesmo com menor volume o TR continua elevado pela grande presença de reflexões.

Outro fator é a disposição em planta da igreja, alguns casos como a Igreja de Santa Rita, em função da planta octogonal, não apresente tanto primeiras reflexões. Em plantas de nave retangular e mais alongada existe maior presença de reflexões laterais, aumentando assim a energia inicial. Comportamento que pode ser notado na Catedral, onde a resposta de C_{80} é melhor nos pontos de nave mais distantes da fonte, pois o som reflete várias vezes na lateral e aumenta a energia lateral que beneficia a energia sonora inicial até 80 ms, pois se o TR é semelhante em todos os receptores, pressupõe-se que a energia final é a mesma em toda a igreja.

Em resumo pode-se dizer que a escolha dos materiais construtivos, o tamanho das igrejas e formato fazem com que o TR seja elevado e, em função disso, as igrejas apresentam baixa inteligibilidade e até C_{80} inadequado. Um alto valor de TR até poderia ser bom à C_{80} , mas os valores encontrados são muito altos. Para propiciar melhor inteligibilidade da fala nas igrejas, o TR deveria ser controlado a fim de ser menor.

Quando da construção da maioria dessas igrejas, a boa inteligibilidade não se fazia necessária, pois poucos eram os que entendiam latim. Seguia-se mais o ritual da missa em si, que os dizeres do padre. No entanto quando o Concílio Vaticano II alterou o idioma para o vernacular, a fim de tornar a cerimônia compreensível a todos, a

inteligibilidade da fala tornou-se necessária. Por isso acabou por obrigar que nas igrejas fossem implantados sistemas de sonorização. Outra solução que poderia ser utilizada, seria a intervenção por meio da aplicação de materiais que controlassem o comportamento do TR, melhorando a inteligibilidade da fala nas igrejas.

Tendo em vista que as igrejas foram avaliadas sem considerar o sistema eletroacústico e que a maioria dos edifícios não atendem aos valores recomendados para os parâmetros analisados, seria interessante como continuidade do trabalho refazer as medidas dos parâmetros acústicos das igrejas considerando o sistema de sonorização. Com base nos dados apresentados no trabalho e o detalhamento dos parâmetros contidos no Apêndice B, uma outra possibilidade de continuidade refere-se à simulação computacional do comportamento acústico das igrejas estudadas para levantamento de pontos fortes e fracos do projeto arquitetônico e eventuais conexões.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10151/2000**: Acústica: Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade – Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.
- _____. **NBR 10152/1987**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.
- BADARÓ, R. S. C. **Campinas o Despertar da Modernidade**. Campinas: CMU-Unicamp, 1996.
- BARBO, M. N. **Avaliação acústica de um templo católico de grandes dimensões submetido à excitação impulsiva**. / Marselle Nunes Barbo. – Santa Maria – RS, 2009. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria.
- BARBO, M. N. et al. Desempenho acústico de uma basílica com arquitetura contemporânea através da resposta impulsiva com fonte de impacto manual. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009.
- BOTTAZZINI, M. C. **Igrejas setecentistas mineiras: a influência das características arquitetônicas na qualidade acústica**. / Marcelo Carvalho Bottazzini. -- Campinas, SP: [s.n.], 2007. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.
- BOTTAZZINI, M. C.; BERTOLI, S.R. Acústica de igrejas barrocas, arquitetura que faz a diferença. In: VI Congresso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008, 2008, Buenos Aires. VI Congresso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008. Buenos Aires, 2008.
- _____. Inteligibilidade das Igrejas Barrocas de Ouro Preto, MG.. In: V Congresso Iberoamericano de Acústica, 2006, Santiago. V Congresso Iberoamericano de Acústica, 2006.
- BROOKS, C. N. **Architectural Acoustics**. North Carolina, EUA: McFarland & Co, 2003.
- CARBONARI, A. et al. Measuring methods for the acoustical characterization of churches. International Congress on Acoustics. Madrid, 2-7 setembro 2007.
- CARVALHO, A. P. O. Liturgy, sound and acoustics: Why a church is not a concert hall. **S&VC Sound & video contractor**. Janeiro 20, (1995) 60-69
- CARVALHO, A. P. O. Effect of architectural styles on objective acoustical measures in Portuguese Catholic churches. WESTPRAC 1994 - 5th Western Pacific Regional Acoustics Conference. Seoul, Coréia, Agosto 23-25 1994 613-618.

CARVALHO, A. P. O., PINO, J. S. O. Estudo acústico de bancos de igreja. Proceedings of TECNIAACÚSTICA 2011, 42º Congreso Español de Acústica, Encuentro Ibérico de Acústica, Cáceres-Espanha, Outubro 2011.

_____. Sound absorption of church pews. Internoise. Nova York, EUA, 19-22 Agosto 2012.

CIRILLO, E.; MARTELOTTA F. Acoustics and architecture in Italian Catholic churches. Proc. ISRA International Symposium on Room Acoustics 2007, Sevilha, 10-12 Setembro 2007

_____. **Worship, acoustics, and architecture**, Multi-Science Publishing, Brentwood, 2006.

COMPENDIO DO VATICANO II: constituições, decretos, declarações / introdução e índice analítico de Frei Boaventura Kloppenburg; coordenação geral de Frei Frederico Vier 17ª Ed. Petrópolis: Vozes, 1984.

CUNICO, E. O., PIETROBON, C. E. Estudo Preliminar do Desempenho Acústico de Igrejas. In: III ENTECA, 2002, Maringá. **ANAIS**. Maringá: EDUEM, 2002. v. v.2. p. 946-950.

DESARNAULDS, V.; CARVALHO A. P. O.; MONAY, G. Church Acoustics and the Influence of Occupancy. **Building Acoustics** . Volume 9. Número 1 (2002) 29 – 47.

FABBRI, P. et al. Teatro degli intrepidi di Giovan Battista Aleotti rivive attraverso le nuove tecniche dell'acustica virtuale. **Giambattista Aleotti e gli Ingegnere del Rinascimento**, Firenze, p.195-205, 1998.

FERNANDES, J. C. Avaliação da inteligibilidade em igrejas pelos métodos subjetivo e analítico. In: XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica - Sobrac 2000, 2000, Belo Horizonte. **Anais** do XIX Encontro da Sociedade Brasileira de Acústica - Sobrac 2000, 2000. v. 1. p. 300-305.

FERREIRA, M. A. **Análise e Comparação da Qualidade Acústica de Igrejas Católicas**. / Mateus Affonso Ferreira -- Campinas, SP: [s.n.], 2012. Relatório (iniciação científica) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

FREIRE, L. A. R. Vitoriano dos Anjos Figueiroa, o Altar-mor da Sé de Campinas e a tradição retabílica baiana. **Varia hist.** [online]. 2008, vol.24, n.40, pp. 445-464.

GONÇALVES, V. S. B.; SILVA, L. B.; COUTINHO, A. S. Ruído como agente comprometedor da inteligibilidade de fala dos professores. **Produção**, v. 19, n. 3, p. 466-476, 2009.

- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO-226:2003**. Acoustics -- Normal equal-loudness-level contours, Geneva (2003).
- _____. **ISO-3382-1:2009(E)**. Acoustics – Measurement of rooms acoustic parameters – Part 1: Performance spaces, Geneva (2009).
- INTERNATIONAL STANDARD. **IEC-60268-16**: Sound system equipment - Part 16: Objective rating of speech intelligibility by speech transmission index. Geneva, 2003-05.
- IRVINE, L. K. **Acoustics and noise control handbook for architects and builders**. Malabar, FL: Krieger Pub. Co., 1998.
- KUTTRUFF, H. **Room Acoustics**. 4ª edição. Londres, 1999.
- LEITE, Ricardo. **Catedral Metropolitana de Campinas; um templo e sua história**. Campinas: Editora Komedi, 2004.
- LEWERS T.H.; ANDERSON J.S. Some acoustical properties of St. Paul Cathedral, London. **J. Sound Vib.**, 92(2), 285-297 (1984).
- MAGRINI, A.; RICCIARDI, P. Acoustical experimental analysis on worship buildings aimed to their use as auditorium. Forum Acusticum. Budapeste (2005)
- _____. An Experimental Study of Acoustical Parameters in Churches. **International Journal of Acoustics and Vibration**, Vol. 7, No. 3, 2002.
- MARTELLOTTA, F. Subjective study of preferred listening conditions in Italian Catholic churches. **Journal of Sound and Vibration** 317 (2008) 378-399.
- MARTELLOTTA, F.; CIRILLO E. Experimental studies of sound absorption by church pews. **Applied Acoustics** 70 (2009) 441–449
- _____. Experimental studies of sound absorption by church pews. **Applied Acoustics** 70 (2009) 441–449
- MARTELLOTTA, F. et al. Guidelines for acoustical measurements in churches. **Applied Acoustics** 70 (2009) 378-388
- MARTELLOTTA, F.; CROCIATA, S. D.; D'ALBA, M. On site validation of sound absorption measurements of occupied pews. **Applied Acoustics** 72 (2011b) 923–933
- _____. Laboratory measurement of sound absorption of occupied pews and standing audiences. **Applied Acoustics** 72 (2011a) 341–349
- MARTINS, J. **Basílica do Carmo: História de fé no coração de Campinas**. Campinas: Komedi, 2009.

- MEHTA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. **Architectural acoustics principles and design**. Columbus, 1999.
- NAVARRO, J.; SENDRA, J.J.; MUÑOS, S. **La evolución de las condiciones acústicas en las iglesias: del paleocristiano al tardobarroco**. Sevilla: Escandón, 1997.
- NEPOMUCENO, L. A. **Elementos de acústica física e psicoacústica**. São Paulo, 1994.
- PROCTOR, R. Churches for a Changing Liturgy: Gillespie, Kidd & Coia and the Second Vatican Council. **Architectural History**. 2005; 48: 291-322.
- PUPO, C. M. M. **Campinas, município do Império**. São Paulo: Imprensa Oficial do Estado, 1983
- PYSHIN, A. et al. "Acoustics of the Smolny Cathedral in St.Petersburg" **Building Acoustics** Volume 8 Number 1 2001 – pages 75-82
- RAES A.C.; SACERDOTE, G. Measurement of the acoustical properties of two roman basilicas. **J Acoust Soc Am**. 25(5):925–61 (1953)
- RODRIGUES, A. A. V. **Campinas clássica: a Catedral Nossa Senhora da Conceição e o engendramento de uma arquitetura monumental clássica urbana no Brasil** (1807-1883). / Ana Aparecida Villanueva Rodrigues. --Campinas, SP: [s.n.], 2010. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Filosofia e Ciências Humanas.
- SANT'ANA, D. Q.; ZANNIN, P. H. T. Acoustic evaluation of a contemporary church based on in situ measurements of reverberation time, definition, and computer-predicted speech transmission index. **Building and Environment** 46: 511-517 (2011).
- _____. Simulação acústica de uma igreja barroca - Comparação entre os dados medidos e simulados. In: X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009, Natal. X Encontro Nacional e VI Encontro Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído, 2009.
- SHANKLAND R. S.; SHANKLAND H. K Acoustics of St. Peter's and Patriarchal Basilicas in Rome. **J. Acoust. Soc. Am**. 50, 389 (1971)
- SILVA, T. E. L. **Guião da Acústica de Igrejas em Portugal**. / Telma Eduarda Lopes da Silva – Porto – Portugal, 2008. Dissertação (mestrado) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto.
- SIMÕES, F. M. et al. Análise do Comportamento Acústico das Igrejas do Século XIX em Porto Alegre. In: VIII Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído (ENCAC) e IV Encontro Latino-Americano sobre Conforto no Ambiente Construído

(ELACAC), 2005, Maceió, AL. **Anais** do VIII Encontro Nacional e IV Encontro Latino-Americano Sobre Conforto no Ambiente Construído - CD, 2005. v. CD.

SOETA, Y. et al. "Effects of sound source location and direction on acoustic parameters in Japanese churches" **J. Acoust. Soc. Am.**, Vol. 131, No. 2, February 2012.

TAKAHASHI, V. F. M. **Influência dos parâmetros arquitetônicos na qualidade acústica de salas de concerto.** / Vanessa Fátima de Medeiros Takahashi. -- Campinas, SP: [s.n.], 2010. Orientador: Stelamaris Rolla Bertoli. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo.

ZAKIA, S. A. P. **Construção, arquitetura e configuração urbana de Campinas nas décadas de 1930 e 1940. O papel de quatro engenheiros modernos.** / Silvia Amaral Palazzi Zakia. – São Paulo, SP: 2012. Tese (doutorado) – FAUUSP.

Apêndice – A: Plantas, cortes e posicionamentos de fontes e receptores sonoros das igrejas estudadas.

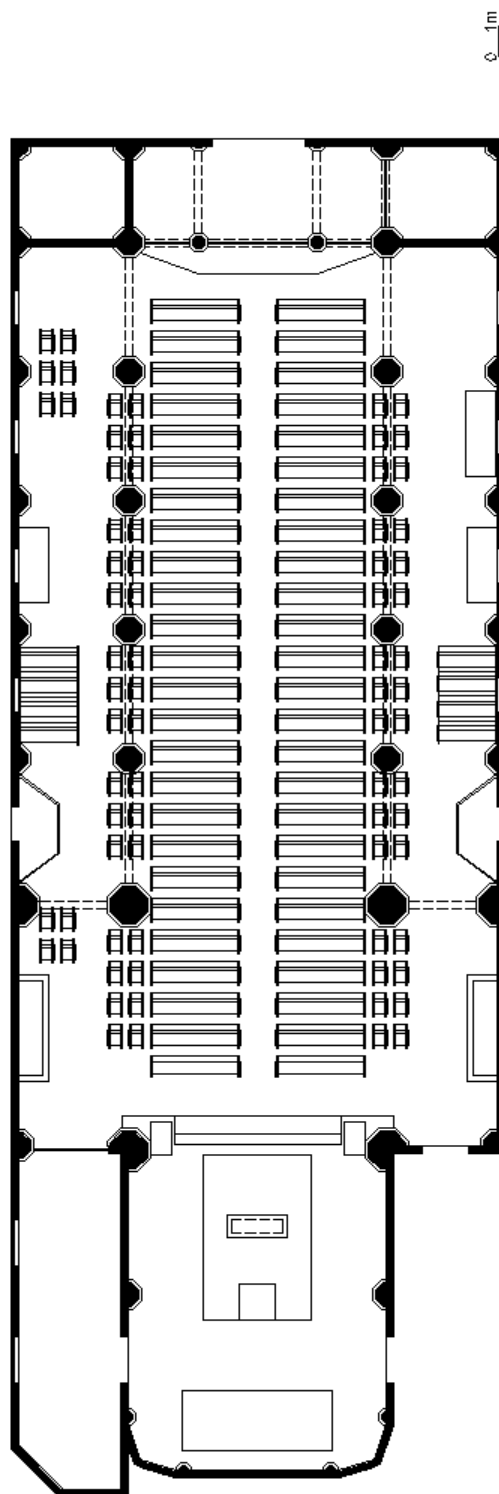


Figura A.1. Planta principal da Basílica Nossa Senhora do Carmo.

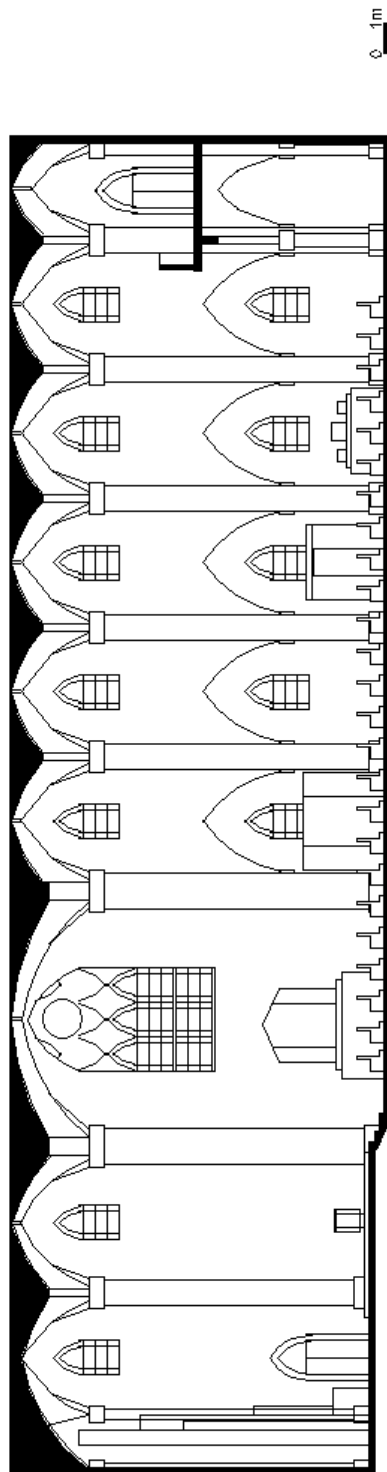


Figura A.2. Corte da Basílica Nossa Senhora do Carmo.

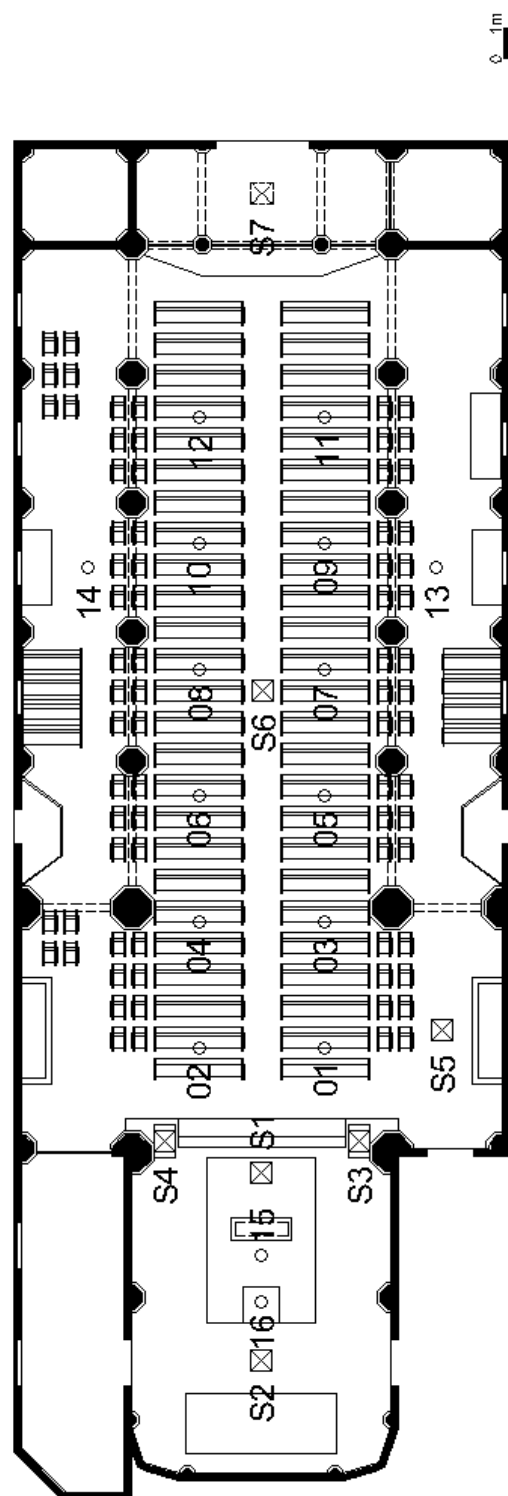


Figura A.3. Planta da Basílica Nossa Senhora do Carmo com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.

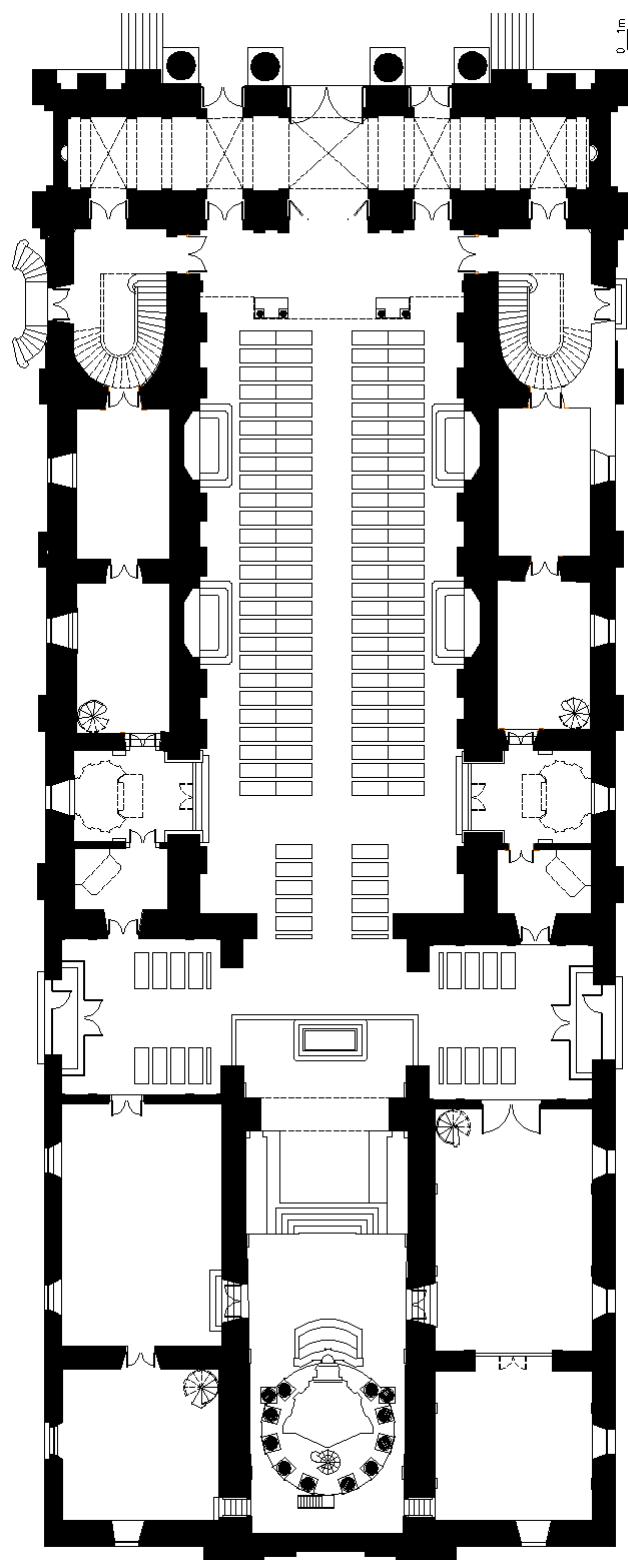


Figura A.4. Planta principal da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

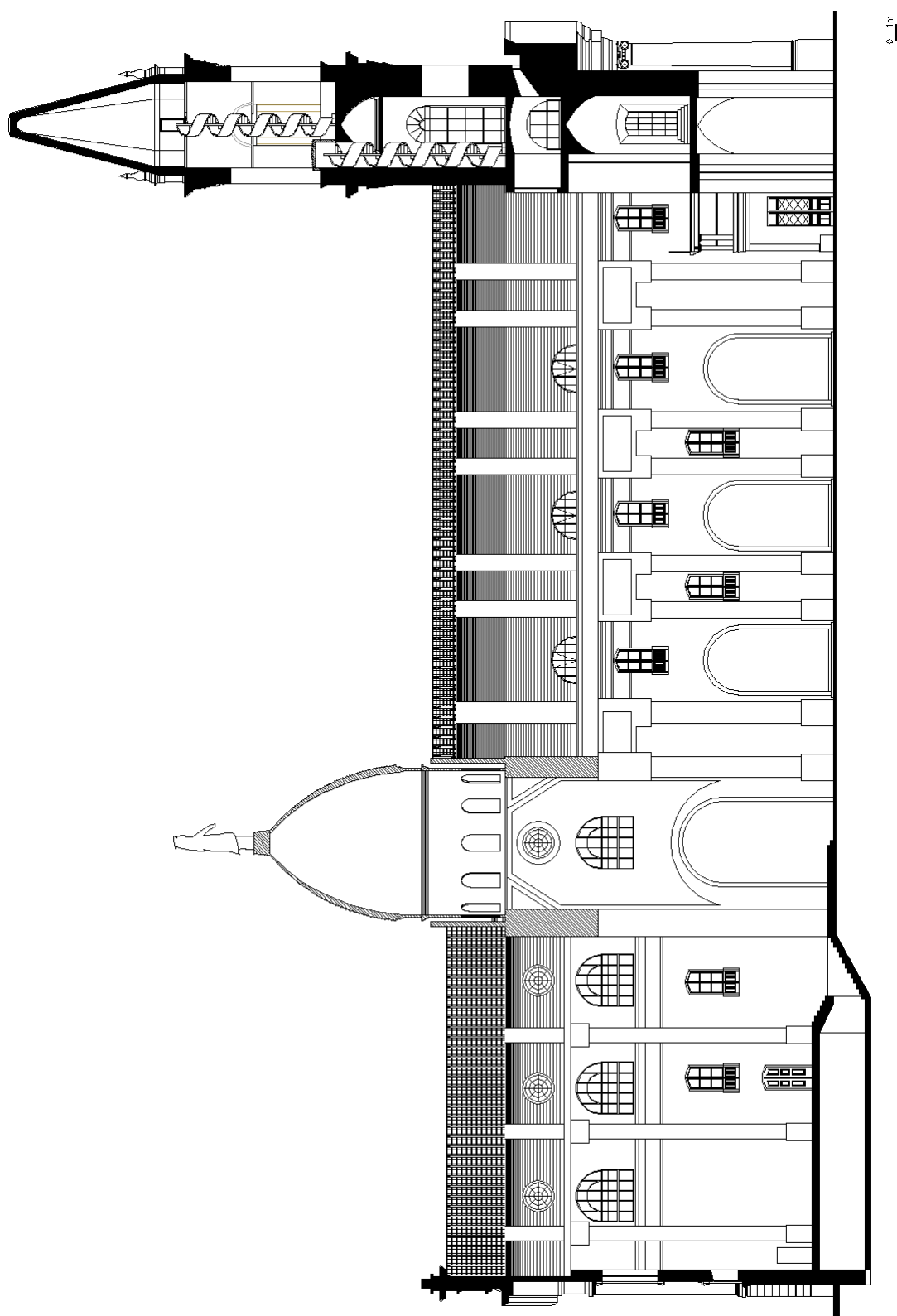


Figura A.5. Corte da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição.

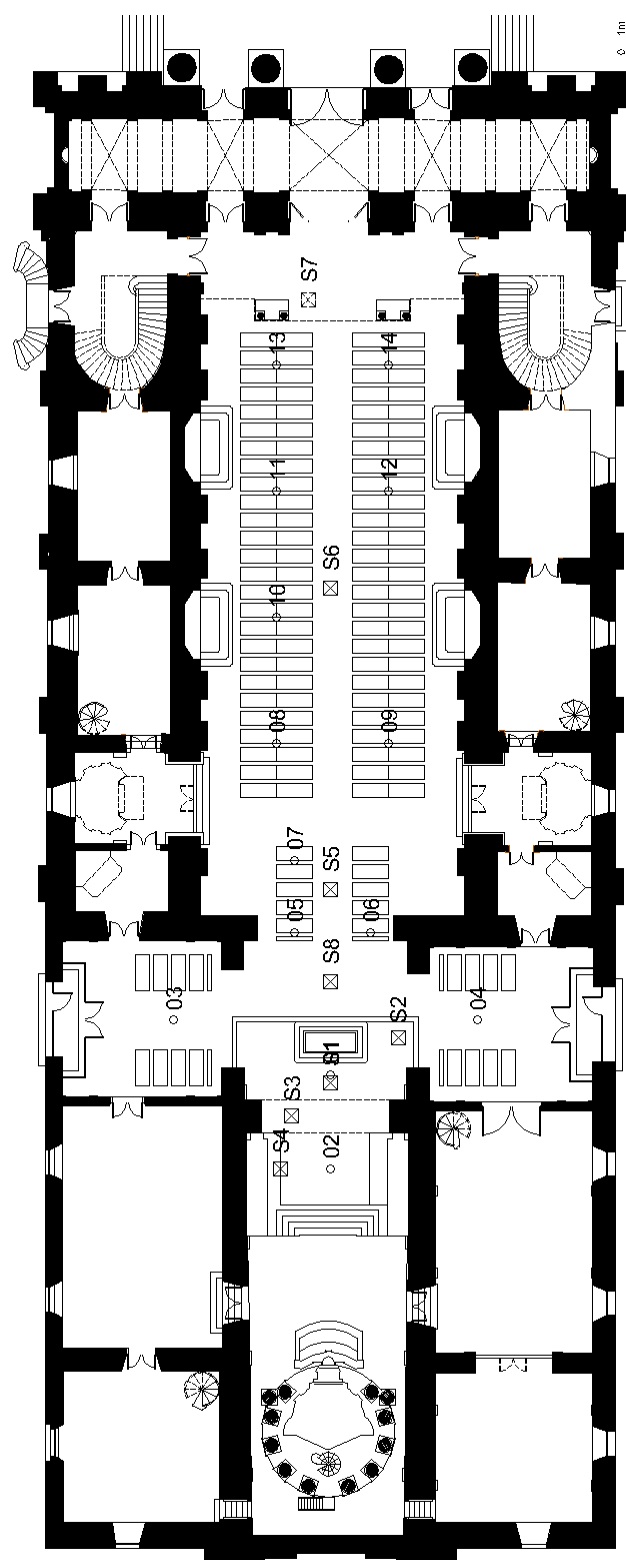


Figura A.6. Planta da Catedral Metropolitana de Campinas Nossa Senhora da Imaculada Conceição com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.

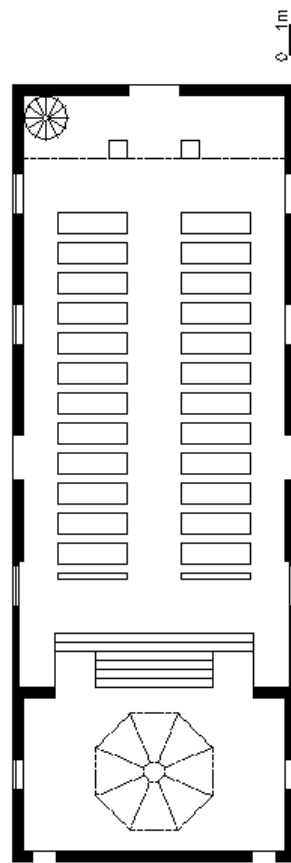


Figura A 7. Planta principal da igreja de Sant'Ana.

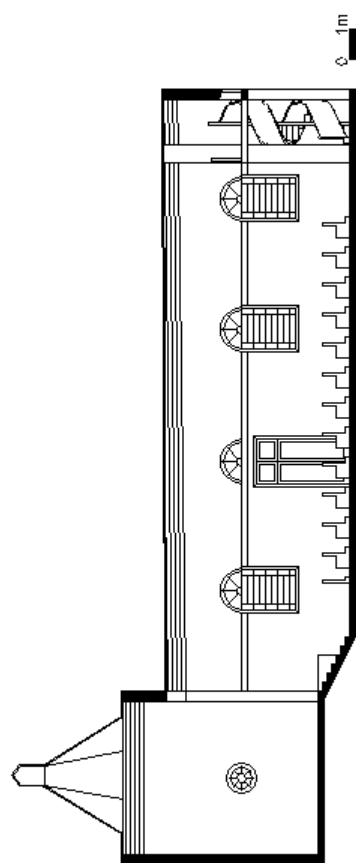


Figura A.8. Corte da igreja de Sant'Ana.

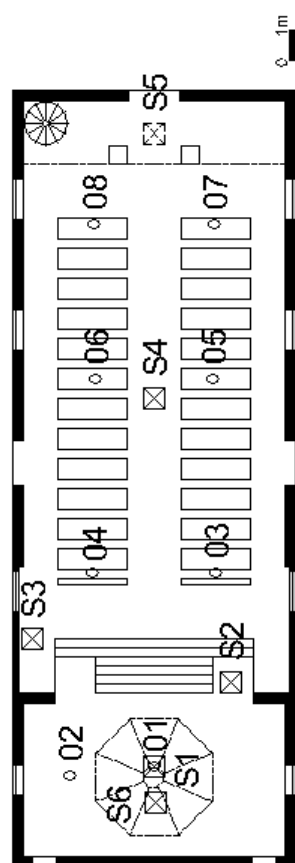


Figura A.9. Planta da igreja de Sant'Ana com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.

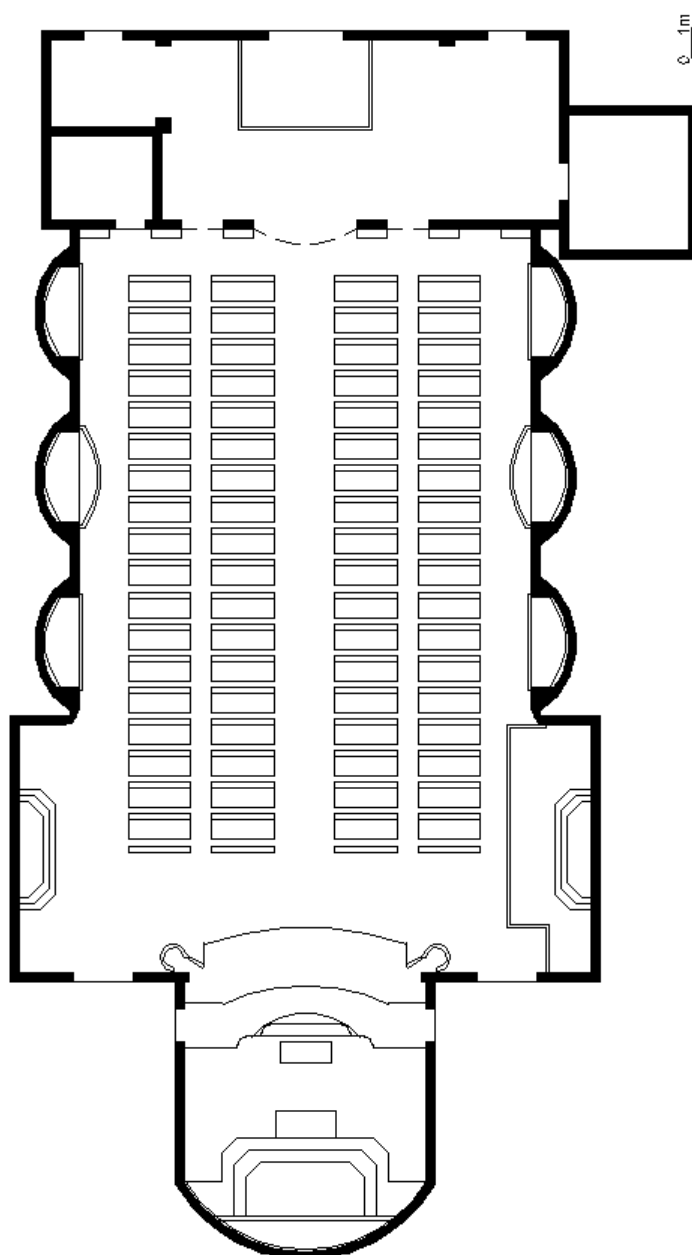


Figura A.10. Planta principal da igreja de Nossa Senhora das Dores.

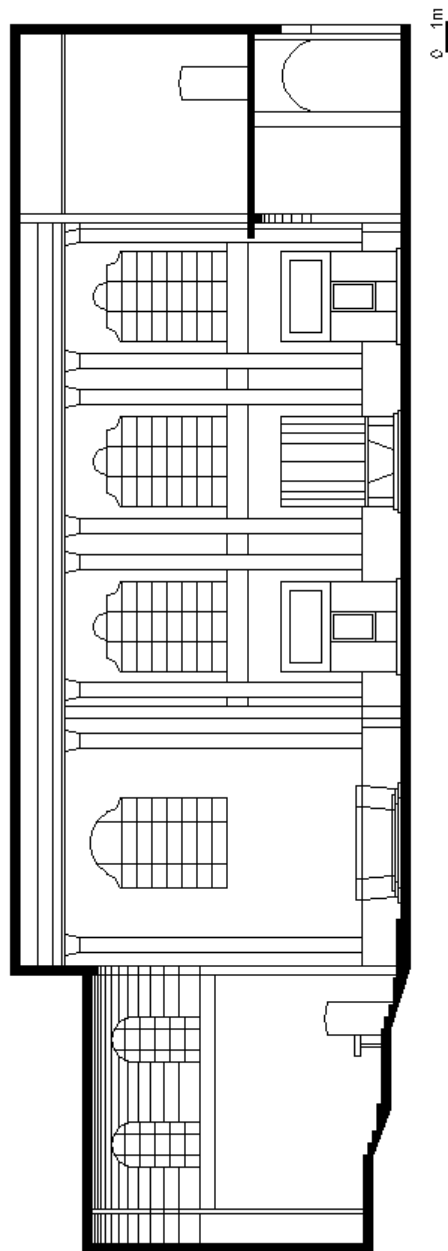


Figura A.11. Corte da igreja de Nossa Senhora das Dores.

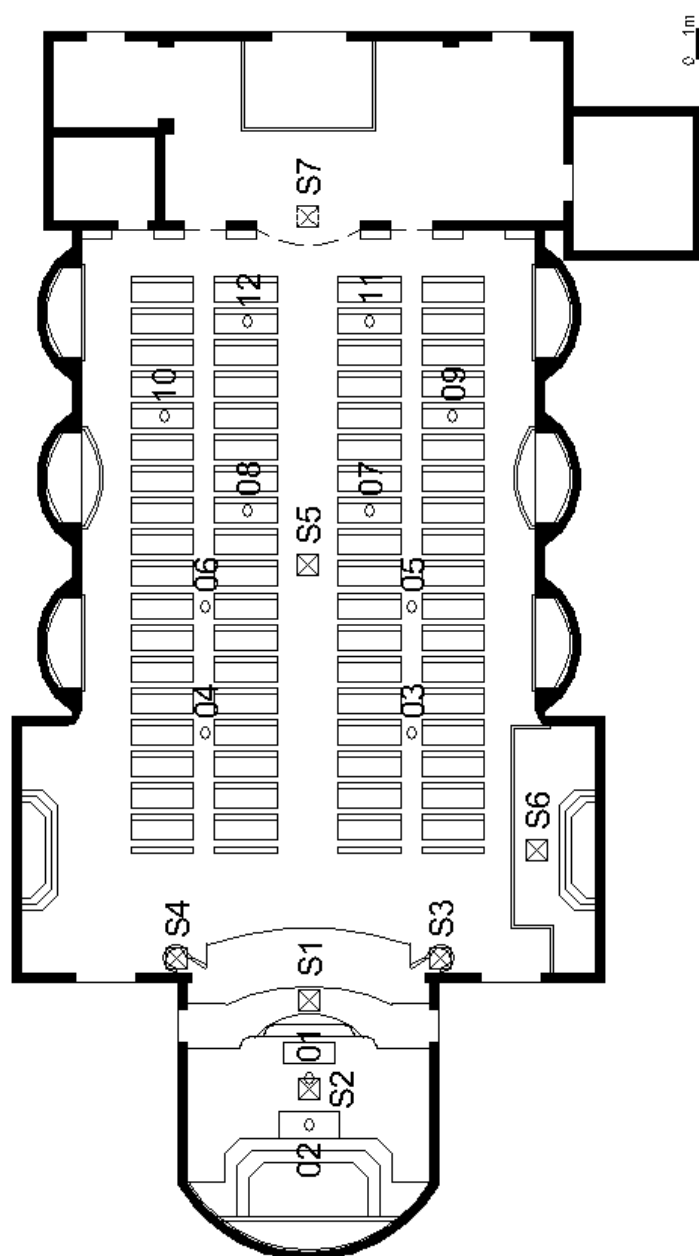


Figura A 12. Planta da igreja de Nossa Senhora das Dores com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.

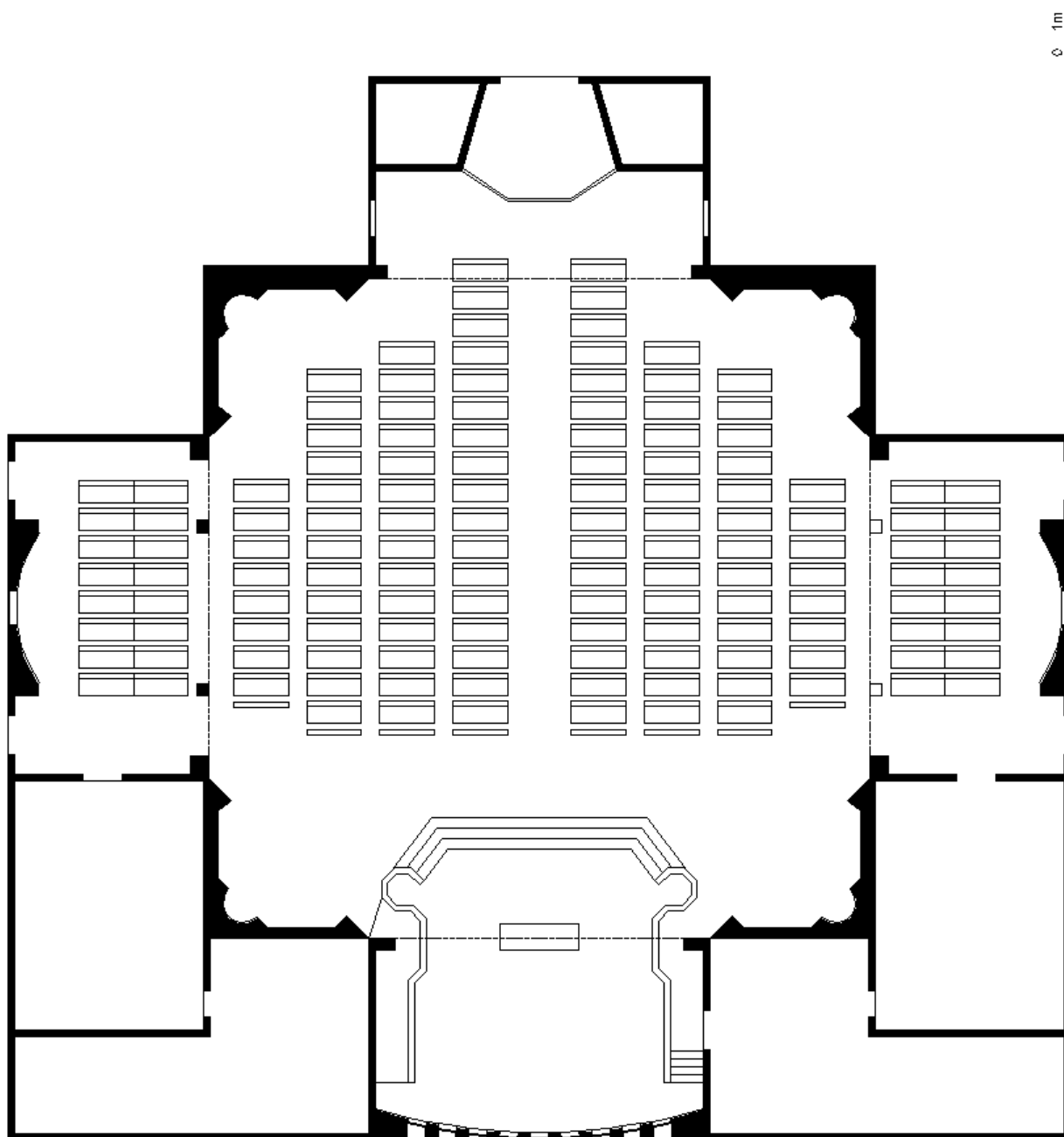


Figura A.13. Planta principal da igreja de Santa Rita de Cássia.

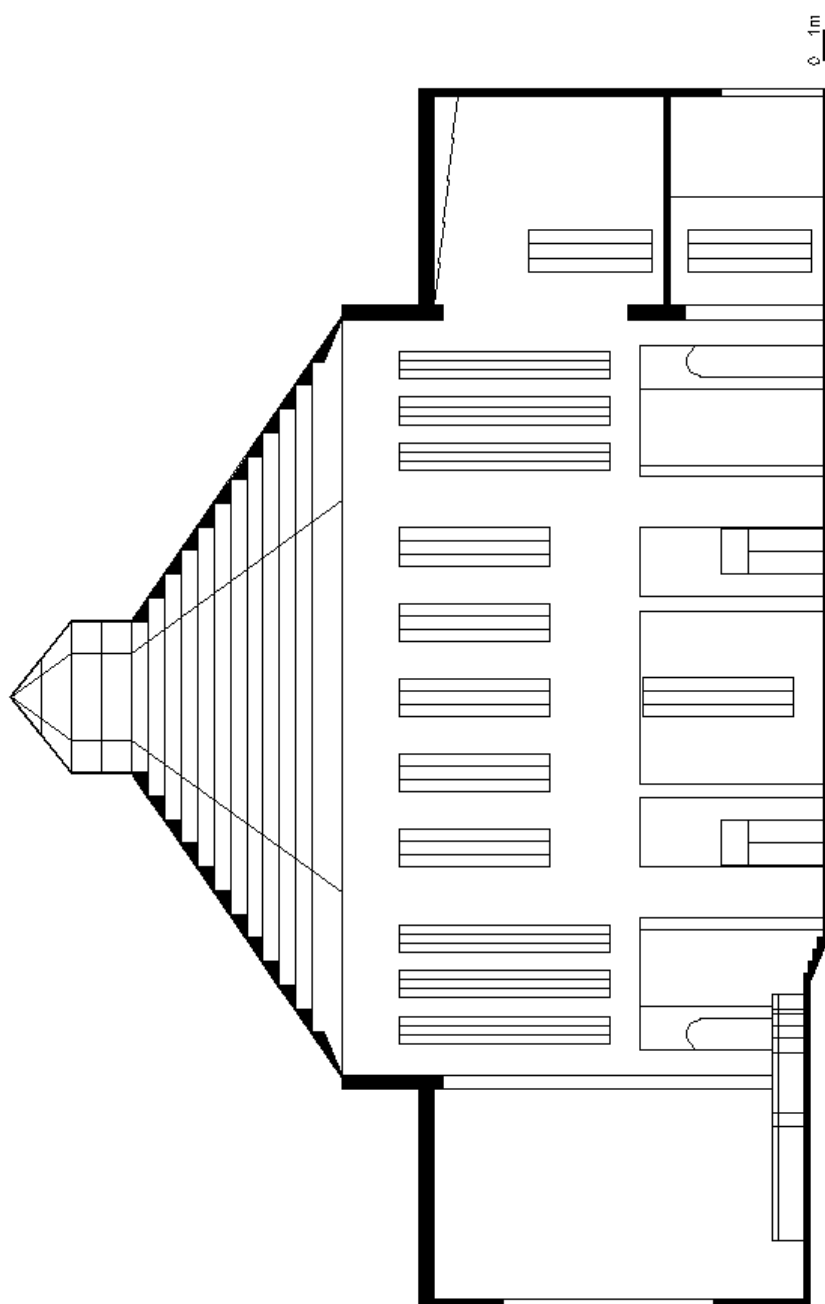


Figura A.14. Corte da igreja de Santa Rita de Cássia.

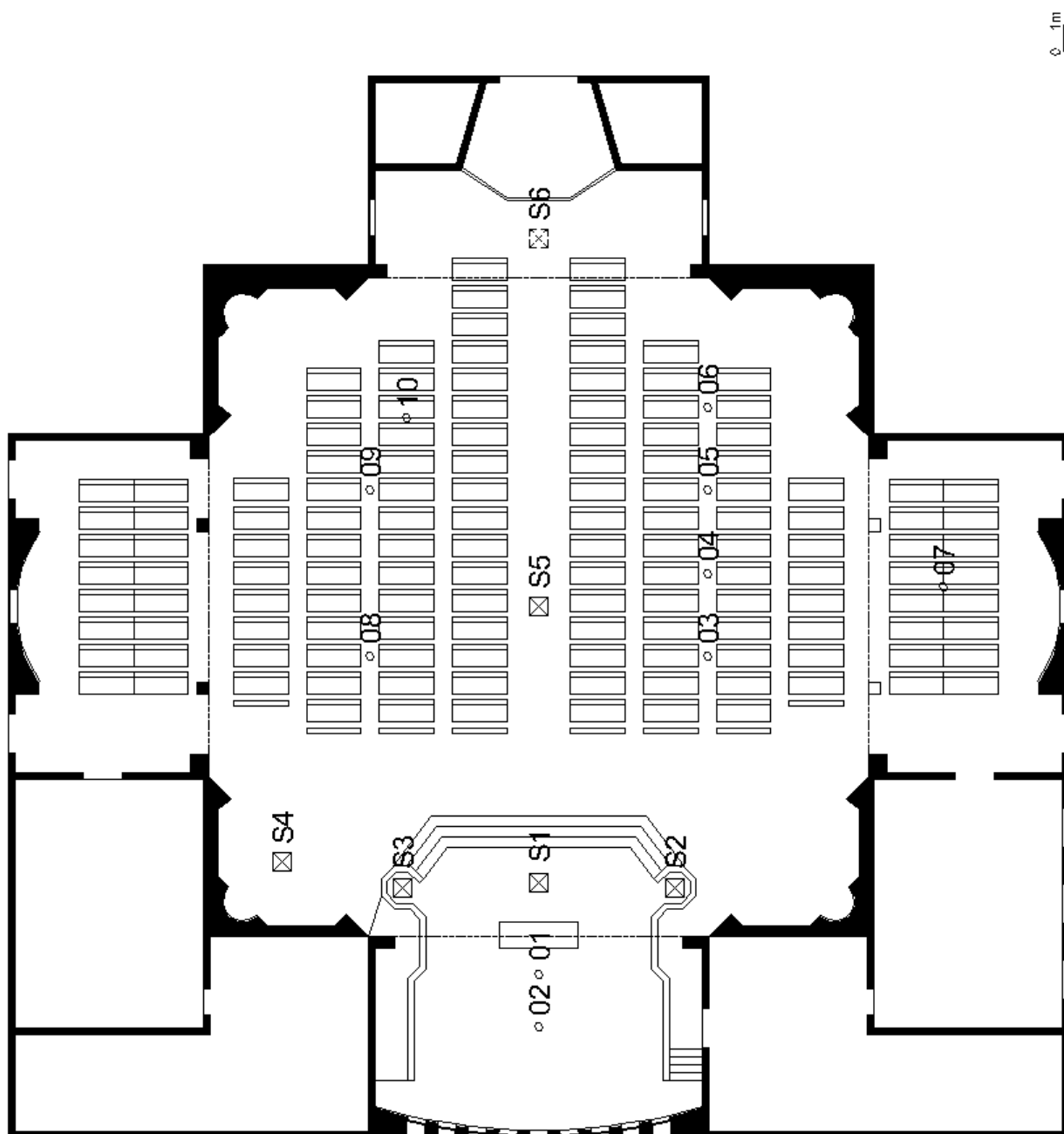


Figura A.15. Planta da igreja de Santa Rita de Cássia com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.

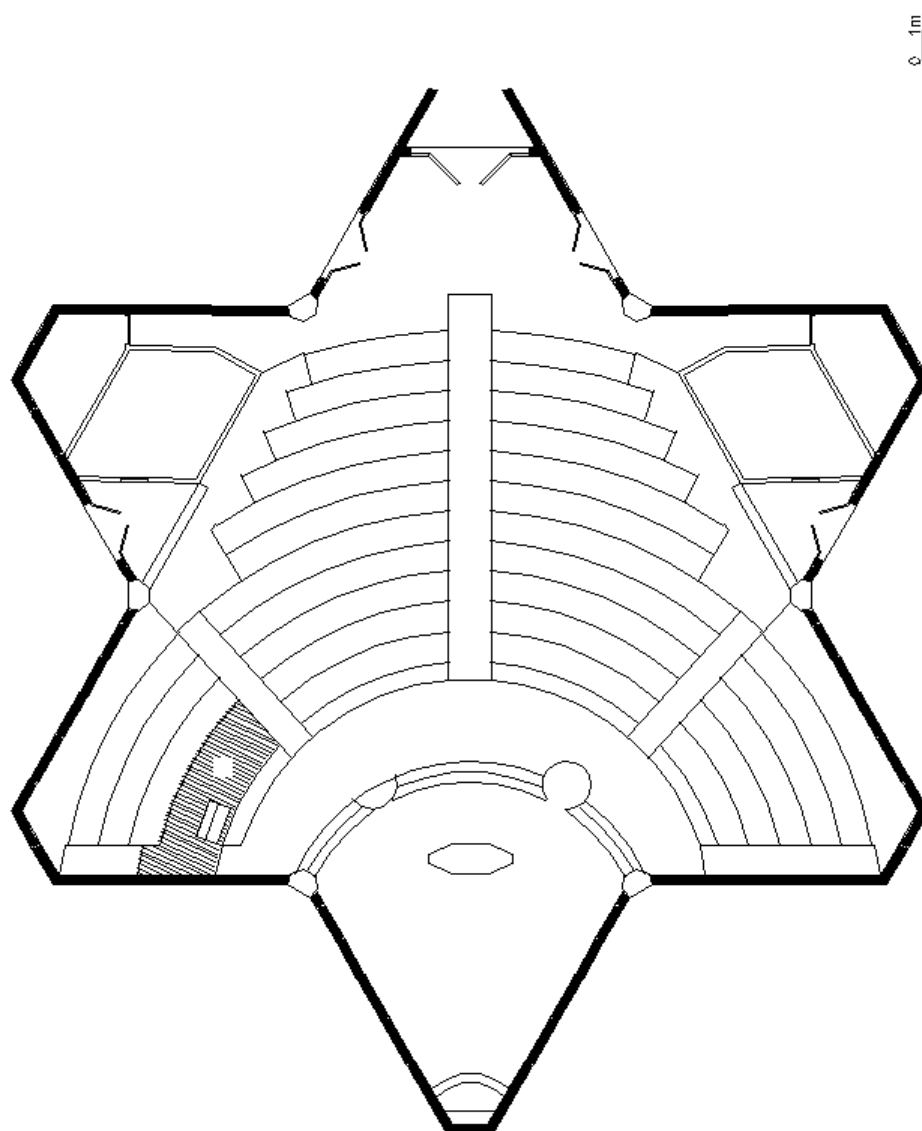


Figura A 16. Planta principal da igreja de São Paulo Apóstolo.

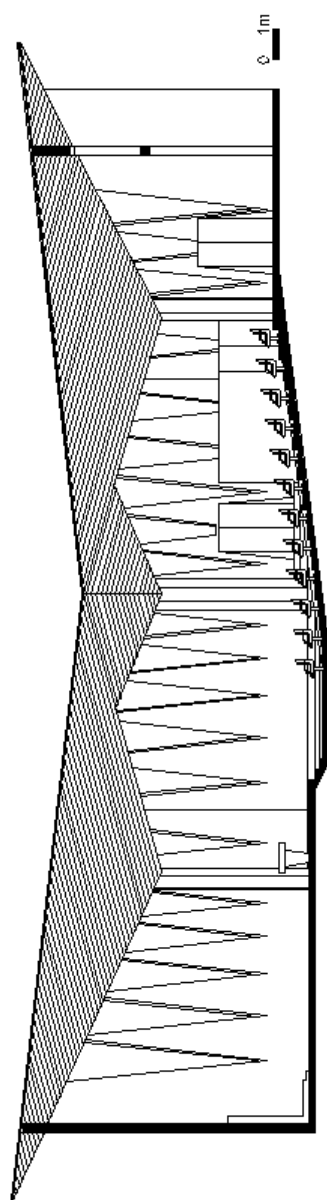


Figura A.17. Corte da igreja de São Paulo Apóstolo.

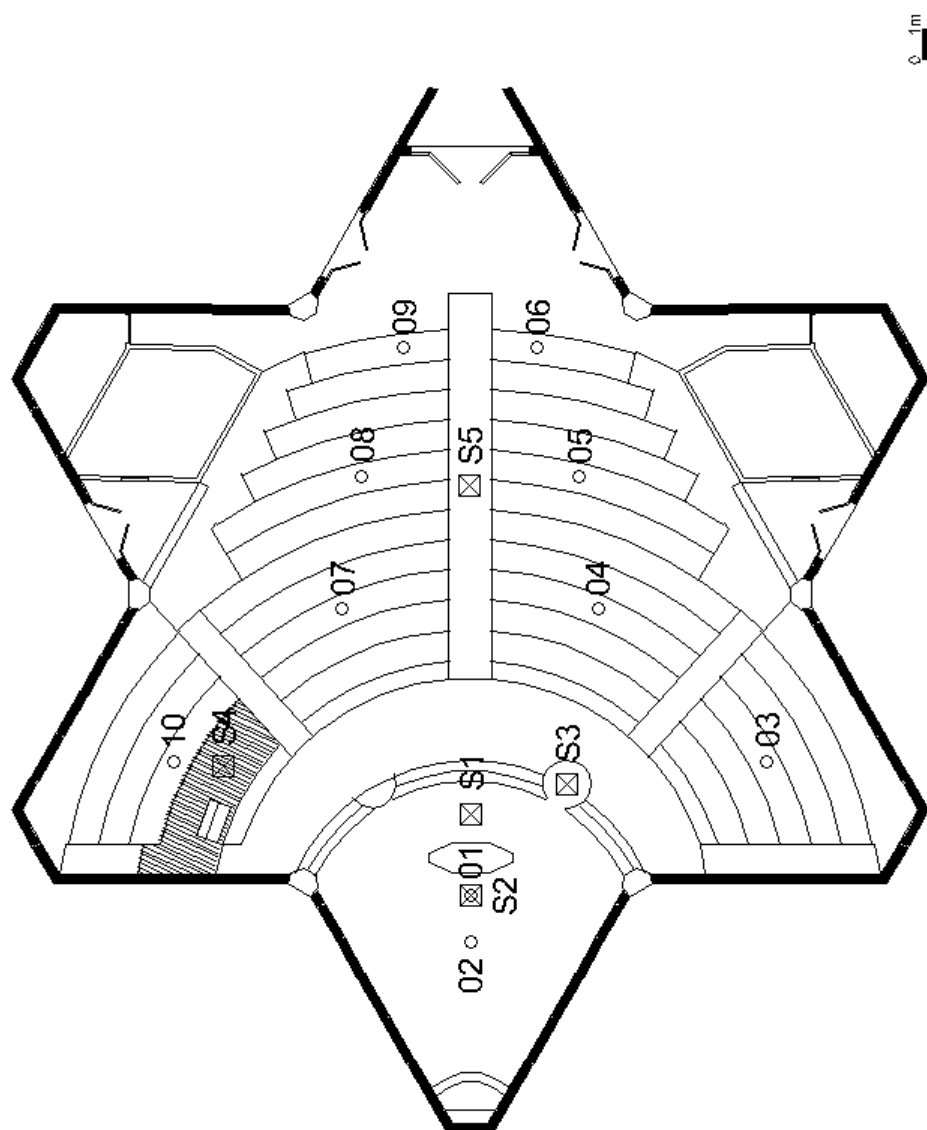


Figura A.18. Planta da igreja de São Paulo Apóstolo com os posicionamentos das fontes e receptores sonoros.

Apêndice – B: Dados obtidos após medição do comportamento acústico das igrejas.

Tabela B. 1. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	5,449	4,74	4,909	3,812	3,553	2,606	4,36
		02	5,721	5,79	4,727	3,996	3,602	2,605	4,36
		03	5,507	4,879	5,008	4,425	3,819	2,911	4,72
		04	4,917	4,964	4,681	4,227	3,709	2,831	4,45
		05	4,897	4,778	4,951	4,503	4,045	3,135	4,73
		06	4,817	5,186	5,196	4,45	3,93	3,229	4,82
		07	5,106	5,505	5,493	4,583	4,163	3,22	5,04
		08	5,192	4,988	4,968	4,655	4,205	3,289	4,81
		09	5,636	5,379	5,079	4,669	4,181	3,47	4,87
		10	5,488	5,125	5,107	4,899	4,438	3,474	5,00
		11	5,089	5,302	5,068	4,864	4,341	3,457	4,97
		12	5,447	5,058	5,377	4,936	4,324	3,528	5,16
		13	5,283	5,021	5,605	4,964	4,333	3,502	5,28
		14	5,547	4,902	5,392	4,877	4,221	3,426	5,13
		15	2,979	3,273	3,155	2,584	2,665	1,893	2,87
		16	2,772	3,375	2,876	2,812	2,909	2,077	2,84
T30	[s]	01	4,9	4,97	4,741	4,248	3,75	3,028	4,49
		02	4,991	4,862	4,781	4,305	3,775	3,049	4,54
		03	5,059	5,104	4,891	4,412	3,921	3,083	4,65
		04	5,557	5,063	4,781	4,366	3,927	3,107	4,57
		05	5,153	5,073	4,909	4,306	3,836	3,164	4,61
		06	5,377	4,978	4,749	4,317	3,902	2,981	4,53
		07	5,179	5,049	4,752	4,352	3,811	3,189	4,55
		08	4,868	5,001	4,823	4,282	3,847	3,193	4,55
		09	5,014	4,961	4,763	4,269	3,925	3,159	4,52
		10	5,266	5,297	4,982	4,241	3,921	3,164	4,61
		11	5,494	4,941	4,877	4,292	3,876	3,204	4,58
		12	5,285	5,11	4,747	4,275	3,951	3,172	4,51
		13	5,447	5,184	4,839	4,302	3,924	3,16	4,57
		14	4,967	5,109	4,898	4,37	3,96	3,216	4,63
		15	4,697	4,84	4,708	4,148	3,781	2,973	4,43
		16	4,802	4,916	4,913	4,171	3,756	2,979	4,54

Tabela B. 2. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-5,91	-3,35	-3,35	-3,35	-1,01	1,84	-3,35
		02	-5,8	-3,88	-3,91	-3,81	-3,97	-2,39	-3,86
		03	-6,1	-8,5	-6,43	-4,41	-5,67	-3,9	-5,42
		04	-2,89	-6,6	-6,8	-4,72	-5,87	-4,17	-5,76
		05	-6,22	-8,86	-7,12	-7,1	-6,8	-5,65	-7,11
		06	-6,46	-7,82	-8,55	-6,71	-5,79	-5,36	-7,63
		07	-11,74	-11,76	-10,38	-7,65	-7,29	-5,04	-9,02
		08	-10,3	-11,08	-10,12	-8,64	-7,35	-5,59	-9,38
		09	-9,98	-8,98	-9,44	-10,78	-9,23	-7,41	-10,11
		10	-9,35	-9,85	-9,79	-9,46	-8,02	-6,04	-9,63
		11	-11,15	-12,03	-10,34	-9,68	-9,03	-7,2	-10,01
		12	-11,08	-11,1	-10,51	-9,47	-8,79	-6,26	-9,99
		13	-11,92	-12,41	-12,54	-9,97	-8,98	-7,01	-11,26
		14	-13,12	-11,81	-10,37	-10,49	-8,61	-6,93	-10,43
		15	-0,57	-1,88	1,8	1,87	-1,25	1,78	1,84
		16	-0,38	-2,64	-0,93	-0,3	-0,01	0,67	-0,62
D50	[-]	01	0,15	0,22	0,25	0,24	0,38	0,54	0,25
		02	0,1	0,23	0,23	0,22	0,18	0,28	0,23
		03	0,14	0,05	0,14	0,18	0,13	0,2	0,16
		04	0,26	0,09	0,11	0,17	0,12	0,17	0,14
		05	0,11	0,03	0,09	0,11	0,1	0,12	0,10
		06	0,08	0,06	0,09	0,1	0,14	0,13	0,10
		07	0,02	0,02	0,05	0,09	0,1	0,15	0,07
		08	0,03	0,03	0,05	0,09	0,11	0,14	0,07
		09	0,07	0,04	0,06	0,05	0,06	0,08	0,06
		10	0,08	0,04	0,06	0,06	0,09	0,12	0,06
		11	0,03	0,03	0,02	0,05	0,07	0,1	0,04
		12	0,03	0,04	0,03	0,06	0,07	0,12	0,05
		13	0,03	0,04	0,03	0,05	0,06	0,09	0,04
		14	0,02	0,04	0,05	0,05	0,07	0,09	0,05
		15	0,4	0,34	0,52	0,52	0,27	0,5	0,52
		16	0,33	0,29	0,38	0,34	0,38	0,42	0,36

Tabela B. 3. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	5,592	4,732	4,863	3,801	3,553	2,547	4,33
		02	5,034	4,885	4,885	4,018	3,508	2,621	4,45
		03	5,02	5,426	4,719	4,176	3,74	2,917	4,45
		04	4,959	4,742	4,979	4,251	3,991	2,917	4,62
		05	4,656	5,27	5,139	4,76	3,938	3,105	4,95
		06	5,599	5,224	4,815	4,406	4,028	3,079	4,61
		07	5,237	5,404	5,501	4,525	4,049	3,295	5,01
		08	4,542	5,072	5,234	4,659	4,103	3,351	4,95
		09	5,437	5,026	5,24	4,951	4,337	3,41	5,10
		10	5,336	5,035	5,438	4,887	4,195	3,553	5,16
		11	4,98	5,562	5,151	4,634	4,439	3,457	4,89
		12	5,751	5,765	5,065	4,82	4,194	3,49	4,94
		13	4,768	5,084	5,077	4,534	4,38	3,487	4,81
		14	5,867	5,704	5,239	4,756	4,312	3,513	5,00
		15	3,793	3,624	3	2,795	2,586	1,973	2,90
		16	2,394	3,554	2,979	2,784	2,447	1,926	2,88
T30	[s]	01	4,996	4,912	4,818	4,305	3,825	3,101	4,56
		02	5,158	4,913	4,788	4,297	3,853	3,092	4,54
		03	5,044	5,053	4,929	4,321	3,86	3,102	4,63
		04	5,119	5,204	4,881	4,273	3,819	3,137	4,58
		05	5,662	5,258	5,056	4,216	3,901	3,143	4,64
		06	5,189	5,051	4,854	4,107	3,917	3,184	4,48
		07	5,066	5,085	4,617	4,42	3,882	3,13	4,52
		08	5,125	5,051	4,594	4,379	3,839	3,133	4,49
		09	4,875	4,898	4,823	4,23	3,875	3,055	4,53
		10	5,495	5,161	4,967	4,275	3,818	3,062	4,62
		11	5,277	5,023	4,826	4,348	3,827	3,15	4,59
		12	5,213	5,032	4,626	4,287	3,841	3,149	4,46
		13	5,129	5,117	4,795	4,434	3,82	3,183	4,61
		14	5,105	5,212	4,93	4,258	3,822	3,115	4,59
		15	4,852	4,647	4,52	4,171	3,839	2,976	4,35
		16	4,749	4,469	4,768	4,193	3,8	3,002	4,48

Tabela B. 4. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-3,6	-6,22	-5,97	-5,93	-4,48	-3,24	-5,95
		02	-4,49	-6,45	-7,4	-5,56	-5,23	-3,88	-6,48
		03	-7,42	-6,07	-8,54	-6,81	-6,25	-4,61	-7,68
		04	-7,06	-5,25	-8,87	-7,66	-5,83	-4,38	-8,27
		05	-8,11	-9,7	-10,1	-9,09	-8,26	-5,8	-9,60
		06	-8	-11,06	-9,86	-8,86	-7,17	-5,9	-9,36
		07	-10,57	-11,05	-10,84	-8,84	-8,02	-6,32	-9,84
		08	-9,78	-10,8	-10,91	-9,32	-9,22	-6,84	-10,12
		09	-10,44	-11,22	-12,47	-10,36	-7,76	-6,22	-11,42
		10	-10,87	-10,08	-11,03	-10,14	-9,83	-7,14	-10,59
		11	-11,63	-10,08	-10,48	-11,56	-9,16	-7,38	-11,02
		12	-11,39	-8,75	-9,57	-10,19	-9,62	-7,46	-9,88
		13	-11,16	-12,88	-12,47	-10,9	-9,13	-7,12	-11,69
		14	-10,35	-12,44	-12,96	-12,66	-9,76	-7,9	-12,81
		15	-3,1	-1,5	-2,29	0,45	-1,61	-0,83	-0,92
		16	-0,72	-0,36	0,49	-0,76	-0,94	-0,84	-0,14
D50	[-]	01	0,22	0,13	0,12	0,11	0,15	0,21	0,12
		02	0,17	0,09	0,09	0,12	0,12	0,16	0,11
		03	0,09	0,08	0,06	0,09	0,12	0,16	0,08
		04	0,1	0,07	0,05	0,07	0,15	0,17	0,06
		05	0,08	0,04	0,05	0,07	0,08	0,13	0,06
		06	0,09	0,03	0,05	0,07	0,09	0,1	0,06
		07	0,04	0,03	0,03	0,06	0,08	0,11	0,05
		08	0,05	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,05
		09	0,05	0,05	0,03	0,04	0,1	0,13	0,04
		10	0,06	0,06	0,04	0,05	0,05	0,09	0,05
		11	0,03	0,02	0,04	0,03	0,06	0,1	0,04
		12	0,03	0,04	0,03	0,04	0,05	0,1	0,04
		13	0,05	0,03	0,02	0,03	0,07	0,09	0,03
		14	0,06	0,03	0,02	0,03	0,05	0,09	0,03
		15	0,28	0,32	0,27	0,32	0,24	0,27	0,30
		16	0,42	0,38	0,43	0,32	0,3	0,27	0,38

Tabela B. 5. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	5,79	5,023	4,591	3,975	3,438	2,519	4,28
		02	5,518	4,716	4,722	3,995	3,652	2,666	4,36
		03	4,934	5,383	5,097	4,202	3,773	2,799	4,65
		04	5,135	5,285	5,14	4,276	3,945	2,827	4,71
		05	4,798	5,151	5,008	4,468	3,828	3,027	4,74
		06	5,243	5,573	4,975	4,528	4,121	3,095	4,75
		07	5,052	5,204	5,006	4,577	4,171	3,164	4,79
		08	4,621	5,758	5,178	4,767	4,215	3,251	4,97
		09	4,796	5,369	5,27	5,036	4,452	3,372	5,15
		10	5,473	5,46	5,04	4,693	4,297	3,416	4,87
		11	5,547	5,289	5,452	5,081	4,352	3,526	5,27
		12	4,813	5,396	5,385	5,086	4,355	3,486	5,24
		13	5,001	5,491	5,161	4,956	4,278	3,32	5,06
		14	6,322	5,531	5,296	4,883	4,276	3,368	5,09
		15	4,153	4,482	3,877	3,268	2,917	2,113	3,57
		16	4,423	4,072	3,9	3,038	2,831	2,013	3,47
T30	[s]	01	4,819	4,931	4,818	4,316	3,818	3,035	4,57
		02	5,096	4,876	4,748	4,289	3,783	3,047	4,52
		03	5,224	4,855	4,756	4,234	3,852	3,106	4,50
		04	4,903	4,725	4,873	4,322	3,79	2,979	4,60
		05	5,045	4,925	4,772	4,323	3,898	3,092	4,55
		06	5,092	5,186	4,809	4,281	3,867	3,134	4,55
		07	5,177	5,109	5,008	4,393	3,796	3,171	4,70
		08	5,095	4,899	4,945	4,277	3,91	3,188	4,61
		09	5,316	5,191	4,734	4,262	3,874	3,177	4,50
		10	5,278	5,288	4,965	4,36	3,92	3,168	4,66
		11	4,806	4,97	4,948	4,272	3,928	3,141	4,61
		12	5,041	5,122	4,676	4,303	3,823	3,225	4,49
		13	5,066	5,196	4,826	4,136	3,825	3,125	4,48
		14	4,914	5,05	4,926	4,215	3,87	3,127	4,57
		15	5,102	4,931	4,192	3,863	3,27	2,656	4,03
		16	4,839	4,872	4,141	3,906	3,412	2,692	4,02

Tabela B. 6. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-3,85	-2,99	-2,31	-2,98	-2,6	0,06	-2,65
		02	-7,75	-4,98	-5,11	-4,43	-3,65	-2,02	-4,77
		03	-2,5	-7,34	-5,62	-4,99	-5,56	-3,61	-5,31
		04	-8,26	-9,2	-6,39	-5,34	-3,69	-2,93	-5,87
		05	-6,13	-10,5	-9,25	-6,01	-5,55	-2,92	-7,63
		06	-8,05	-7,71	-8,06	-6	-4,43	-2,5	-7,03
		07	-9,93	-12,12	-9,4	-7,4	-6,83	-6,3	-8,40
		08	-7,91	-9,64	-8,6	-7,9	-5,77	-4,38	-8,25
		09	-10,84	-9,47	-11,01	-9,15	-7,86	-5,78	-10,08
		10	-9,06	-10,31	-11,91	-8,12	-6,41	-4,98	-10,02
		11	-8,8	-10,8	-9,55	-10,03	-9,25	-6,97	-9,79
		12	-8,26	-9,77	-10,34	-8,78	-8,71	-6,03	-9,56
		13	-10,73	-10,52	-12,4	-10,06	-9,45	-7,39	-11,23
		14	-10,1	-10,64	-10,4	-8,64	-6,59	-4,19	-9,52
		15	-4,09	-3,23	-1,78	0,8	-2,27	-0,15	-0,49
		16	-5,92	-5,18	-1,25	0,49	-0,52	1,92	-0,38
D50	[-]	01	0,23	0,28	0,31	0,25	0,25	0,4	0,28
		02	0,09	0,14	0,17	0,17	0,23	0,29	0,17
		03	0,29	0,09	0,14	0,15	0,12	0,21	0,15
		04	0,07	0,06	0,14	0,18	0,25	0,25	0,16
		05	0,14	0,05	0,08	0,13	0,15	0,24	0,11
		06	0,04	0,05	0,08	0,14	0,22	0,29	0,11
		07	0,06	0,03	0,05	0,09	0,11	0,11	0,07
		08	0,08	0,05	0,07	0,08	0,16	0,19	0,08
		09	0,06	0,04	0,04	0,09	0,13	0,17	0,07
		10	0,05	0,07	0,05	0,07	0,09	0,13	0,06
		11	0,08	0,04	0,06	0,06	0,07	0,11	0,06
		12	0,06	0,05	0,03	0,08	0,07	0,12	0,06
		13	0,03	0,05	0,03	0,06	0,06	0,08	0,05
		14	0,05	0,04	0,04	0,08	0,14	0,2	0,06
		15	0,12	0,26	0,27	0,44	0,24	0,3	0,36
		16	0,13	0,17	0,38	0,44	0,36	0,5	0,41

Tabela B. 7. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	5,075	4,635	4,454	3,836	3,341	2,574	4,15
		02	4,954	4,264	4,279	4,146	3,717	2,603	4,21
		03	4,216	5,302	5,04	4,38	3,608	2,853	4,71
		04	5,262	4,711	4,93	4,244	3,816	2,817	4,59
		05	4,579	5,233	4,874	4,713	4,114	3,147	4,79
		06	5,199	5,281	4,862	4,389	3,838	2,99	4,63
		07	4,969	5,072	5,277	4,9	4,329	3,438	5,09
		08	5,867	5,505	5,318	4,71	4,344	3,169	5,01
		09	5,236	6,114	4,935	4,789	4,261	3,468	4,86
		10	5,395	5,242	5,096	4,722	4,393	3,519	4,91
		11	5,34	5,63	5,285	4,912	4,292	3,495	5,10
		12	5,552	5,409	5,23	4,966	4,408	3,583	5,10
		13	5,511	6,066	5,648	4,675	4,409	3,416	5,16
		14	5,473	5,91	5,483	4,796	4,435	3,343	5,14
		15	3,166	4,479	4,098	3,012	2,723	1,808	3,56
		16	3,842	3,961	3,506	2,8	2,647	1,923	3,15
T30	[s]	01	5,075	5,101	5,017	4,384	3,844	3,066	4,70
		02	5,116	5,276	4,946	4,194	3,791	3,077	4,57
		03	5,247	4,937	4,894	4,337	3,871	3,095	4,62
		04	4,899	5,133	4,718	4,291	3,806	2,933	4,50
		05	5,353	4,94	4,988	4,266	3,882	3,151	4,63
		06	5,159	4,867	4,728	4,146	3,884	3,169	4,44
		07	5,057	5,013	4,859	4,272	3,846	3,158	4,57
		08	4,894	5,084	4,948	4,356	3,861	3,186	4,65
		09	5,135	5,025	4,932	4,463	3,984	3,164	4,70
		10	5,041	5,02	4,921	4,412	3,979	3,168	4,67
		11	5,481	5,031	4,844	4,311	3,91	3,167	4,58
		12	5,045	5,297	4,997	4,316	3,889	3,158	4,66
		13	4,962	4,848	4,717	4,439	3,885	3,175	4,58
		14	5,066	4,806	4,734	4,39	3,854	3,209	4,56
		15	5,046	4,904	4,564	4,074	3,764	2,935	4,32
		16	4,945	4,746	4,706	4,166	3,712	2,926	4,44

Tabela B. 8. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-4,99	-7,7	-5,24	-4,08	-3,06	-1,56	-4,66
		02	-7,14	-6,9	-4,34	-4,61	-4,57	-1,85	-4,48
		03	-4,99	-8,67	-8,05	-5,93	-6,42	-4,45	-6,99
		04	-5,55	-8,56	-6,57	-7,09	-5,47	-4,53	-6,83
		05	-9,89	-10,94	-10,54	-9,03	-6,93	-5,48	-9,79
		06	-8,61	-11,89	-8,2	-7,26	-6,86	-5,08	-7,73
		07	-9,79	-11,2	-8,95	-9,73	-7,85	-6,37	-9,34
		08	-9	-10,01	-10,76	-8,01	-7,08	-6,25	-9,39
		09	-8,44	-10,95	-12,95	-10,81	-9,5	-7,47	-11,88
		10	-11,21	-12,61	-12,17	-10,39	-8,75	-6,7	-11,28
		11	-12,96	-13,63	-12,23	-10,42	-10,37	-7,29	-11,33
		12	-10,12	-10,65	-12,45	-10,1	-9,5	-6,37	-11,28
		13	-11,25	-12,69	-12,47	-10,59	-9,03	-5,7	-11,53
		14	-12,37	-12,06	-13,14	-12,24	-10,5	-8,74	-12,69
		15	-2,84	-1,24	0,11	0,32	-0,11	1,86	0,22
		16	-0,68	-2,97	0,01	-0,13	1,31	2,23	-0,06
D50	[-]	01	0,12	0,07	0,17	0,2	0,24	0,31	0,19
		02	0,08	0,11	0,22	0,14	0,14	0,22	0,18
		03	0,21	0,04	0,09	0,1	0,12	0,14	0,10
		04	0,09	0,06	0,1	0,13	0,12	0,18	0,12
		05	0,02	0,02	0,06	0,08	0,12	0,16	0,07
		06	0,1	0,04	0,06	0,08	0,11	0,13	0,07
		07	0,05	0,04	0,04	0,06	0,09	0,11	0,05
		08	0,06	0,03	0,03	0,08	0,09	0,12	0,06
		09	0,07	0,04	0,03	0,04	0,05	0,09	0,04
		10	0,05	0,02	0,03	0,05	0,07	0,11	0,04
		11	0,02	0,02	0,03	0,05	0,05	0,09	0,04
		12	0,06	0,04	0,03	0,05	0,06	0,12	0,04
		13	0,03	0,04	0,03	0,05	0,08	0,16	0,04
		14	0,01	0,01	0,01	0,03	0,05	0,05	0,02
		15	0,24	0,3	0,41	0,43	0,38	0,43	0,42
		16	0,33	0,17	0,39	0,4	0,45	0,5	0,40

Tabela B. 9. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	4,226	4,465	4,553	3,799	3,136	2,24	4,18
		02	3,69	4,307	4,358	4,173	3,505	2,644	4,27
		03	3,822	5,018	4,572	4,255	3,752	2,692	4,41
		04	5,05	4,768	4,697	4,342	3,948	2,791	4,52
		05	4,672	5,271	4,689	4,32	3,804	2,927	4,50
		06	4,614	5,388	5,231	4,497	4,015	2,962	4,86
		07	5,637	5,478	5,102	4,645	4,046	3,043	4,87
		08	4,937	4,999	5,37	4,423	3,964	3,122	4,90
		09	5,021	5,282	5,28	4,544	4,088	3,251	4,91
		10	4,799	5,709	5,341	4,533	4,235	3,291	4,94
		11	4,975	5,112	4,897	4,825	4,098	3,36	4,86
		12	5,424	5,283	5,383	4,753	4,063	3,273	5,07
		13	5,503	5,705	5,023	4,704	4,172	3,124	4,86
		14	5,063	5,539	5,572	4,43	4,148	3,219	5,00
		15	6,011	5,45	4,335	3,927	3,509	2,717	4,13
		16	4,462	4,594	4,464	4,03	3,557	2,699	4,25
T30	[s]	01	5,277	5,108	4,853	4,384	3,722	3,056	4,62
		02	4,883	5,026	4,617	4,409	3,859	3,09	4,51
		03	5,072	4,995	4,866	4,17	3,771	3,049	4,52
		04	5,233	4,999	4,835	4,36	3,817	3,07	4,60
		05	5,087	5,274	5,038	4,333	3,944	3,141	4,69
		06	5,605	5,226	4,78	4,271	3,951	3,107	4,53
		07	5,029	4,901	4,886	4,296	3,844	3,15	4,59
		08	5,195	5,059	4,905	4,336	3,81	3,149	4,62
		09	5,033	5,077	4,7	4,247	3,874	3,065	4,47
		10	5,151	5,006	5,065	4,356	3,933	3,112	4,71
		11	4,888	4,943	4,733	4,266	3,869	3,14	4,50
		12	5,022	5,099	4,682	4,249	3,887	3,161	4,47
		13	5,109	4,951	4,634	4,272	3,809	3,062	4,45
		14	5,055	5,008	5,019	4,425	3,878	3,118	4,72
		15	4,82	4,795	5,105	4,413	3,848	3,09	4,76
		16	5,451	5,263	4,879	4,308	3,885	3,083	4,59

Tabela B. 10. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-3,36	-0,23	-0,37	0,38	0,95	2,45	0,01
		02	-3,07	-5,6	-4,25	-4,73	-2,61	0,3	-4,49
		03	-5,35	-5,55	-4,7	-3,47	-1,65	-0,04	-4,09
		04	-1,91	-5,26	-4,52	-4	-4,2	-2,88	-4,26
		05	-6,45	-6,62	-6,96	-6,22	-6,01	-3,6	-6,59
		06	-3,4	-4,91	-6,47	-5,08	-4,72	-3,03	-5,78
		07	-4,76	-6,01	-10,04	-9,46	-6,73	-4,59	-9,75
		08	-9,94	-8,29	-8,77	-6,38	-6,16	-4,15	-7,58
		09	-6,34	-10,18	-8,18	-9,59	-7,65	-6,06	-8,89
		10	-10,36	-10,08	-8,03	-7,92	-7,79	-5,71	-7,98
		11	-7,46	-8,65	-10,99	-10,36	-9,7	-8,14	-10,68
		12	-7,33	-9,8	-10,97	-9,54	-9,19	-6,39	-10,26
		13	-11,66	-8,97	-6,64	-6,07	-4,63	-3,23	-6,36
		14	-6,62	-11,63	-10,5	-9,73	-7,34	-6,16	-10,12
		15	-6,84	-7,36	-7,41	-4,34	-4,51	-4,16	-5,88
		16	-5,64	-9,49	-7,98	-6,59	-5,71	-3,52	-7,29
D50	[-]	01	0,18	0,46	0,43	0,46	0,49	0,57	0,45
		02	0,27	0,16	0,22	0,17	0,25	0,39	0,20
		03	0,1	0,18	0,19	0,21	0,3	0,39	0,20
		04	0,31	0,17	0,19	0,17	0,2	0,21	0,18
		05	0,08	0,09	0,09	0,12	0,12	0,2	0,11
		06	0,16	0,08	0,1	0,15	0,17	0,23	0,13
		07	0,1	0,07	0,04	0,07	0,11	0,16	0,06
		08	0,08	0,1	0,06	0,13	0,12	0,2	0,10
		09	0,13	0,05	0,05	0,05	0,06	0,1	0,05
		10	0,07	0,05	0,08	0,06	0,09	0,13	0,07
		11	0,06	0,05	0,03	0,03	0,03	0,05	0,03
		12	0,08	0,05	0,04	0,06	0,05	0,11	0,05
		13	0,01	0,07	0,07	0,12	0,17	0,24	0,10
		14	0,12	0,03	0,04	0,06	0,08	0,1	0,05
		15	0,12	0,07	0,09	0,17	0,16	0,18	0,13
		16	0,12	0,05	0,09	0,11	0,11	0,18	0,10

Tabela B. 11. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	5,28	5,074	4,978	4,441	4,159	3,066	4,71
		02	5,052	5,143	4,799	4,506	4,133	3,083	4,65
		03	5,025	5,427	4,883	3,871	3,615	2,791	4,38
		04	4,942	4,826	4,633	4,21	3,738	2,794	4,42
		05	4,699	5,079	4,802	3,915	3,711	2,621	4,36
		06	5,198	4,555	4,885	4,437	3,755	2,739	4,66
		07	4,24	4,582	4,389	3,827	3,252	2,157	4,11
		08	4,205	5,138	4,273	3,581	3,217	2,186	3,93
		09	3,798	4,592	4,513	4,044	3,469	2,581	4,28
		10	4,733	4,505	4,385	4,09	3,628	2,744	4,24
		11	4,563	5,01	4,32	3,786	3,599	2,725	4,05
		12	4,535	4,656	4,867	3,922	3,662	2,717	4,39
		13	3,87	4,983	4,54	3,735	3,476	2,71	4,14
		14	4,156	4,512	4,489	3,769	3,623	2,664	4,13
		15	4,292	4,697	4,701	4,407	4,432	3,289	4,55
		16	5,422	4,501	4,756	4,714	4,115	3,305	4,74
T30	[s]	01	5,112	5,073	4,87	4,299	3,87	3,127	4,58
		02	5,009	5,133	4,879	4,353	3,847	3,139	4,62
		03	4,767	4,997	4,893	4,405	3,907	3,093	4,65
		04	5,2	5,146	4,94	4,366	3,902	3,115	4,65
		05	5,075	4,872	4,96	4,323	3,792	3,04	4,64
		06	5,188	4,882	4,779	4,17	3,847	2,999	4,47
		07	5,282	5,207	4,949	4,26	3,783	3,029	4,60
		08	4,855	4,924	4,815	4,374	3,813	3,019	4,59
		09	5,205	4,755	4,867	4,301	3,876	3,074	4,58
		10	4,947	5,053	4,856	4,302	3,854	3,062	4,58
		11	5,128	4,925	4,711	4,285	3,771	3,107	4,50
		12	4,92	4,769	4,764	4,262	3,865	3,075	4,51
		13	5,299	5,075	4,807	4,398	3,799	3,072	4,60
		14	5,073	5,147	4,586	4,348	3,866	3,076	4,47
		15	4,971	5,056	4,799	4,406	3,787	3,16	4,60
		16	4,99	4,949	4,926	4,296	3,805	3,123	4,61

Tabela B. 12. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-5,7	-8,06	-8,57	-7,24	-4,69	-4,23	-7,91
		02	-6,55	-9,58	-8,74	-7,35	-5,41	-4,25	-8,05
		03	-4,05	-6,24	-4,7	-3,32	-1,74	-0,13	-4,01
		04	-2,81	-6,01	-5,46	-4,57	-2,99	-1,99	-5,02
		05	-3,95	-2,67	-1,9	-1,19	-1,98	1,26	-1,55
		06	-5,19	-2,24	-1,16	-0,59	-2,03	0,61	-0,88
		07	1,88	2,07	2,36	2,09	3,93	6,04	2,23
		08	0,52	0,95	1,06	2,06	3,6	6,13	1,56
		09	-1,73	-4,8	-3,25	-2,73	-2,71	-0,64	-2,99
		10	-2,07	-6,39	-3,06	-2,16	-2,23	-1,27	-2,61
		11	-6,51	-4,78	-5,32	-5,38	-3,59	-2,42	-5,35
		12	-6,52	-6,15	-4,47	-4,85	-4,91	-3,03	-4,66
		13	-1,9	-2,68	-3,76	-3,42	-2,55	-1,11	-3,59
		14	-3,67	-3,35	-2,99	-2,56	-3,62	-1,77	-2,78
		15	-11,69	-9,12	-8,46	-7,38	-7,8	-6,01	-7,92
		16	-8,46	-7,64	-7,42	-7,52	-8,3	-6,52	-7,47
D50	[-]	01	0,15	0,08	0,06	0,1	0,17	0,19	0,08
		02	0,15	0,08	0,06	0,08	0,15	0,19	0,07
		03	0,23	0,16	0,16	0,22	0,32	0,38	0,19
		04	0,29	0,18	0,15	0,19	0,23	0,24	0,17
		05	0,26	0,32	0,29	0,36	0,31	0,47	0,33
		06	0,22	0,3	0,31	0,38	0,3	0,43	0,35
		07	0,55	0,58	0,52	0,55	0,63	0,74	0,54
		08	0,48	0,52	0,5	0,57	0,64	0,75	0,54
		09	0,36	0,13	0,23	0,28	0,25	0,32	0,26
		10	0,36	0,13	0,19	0,29	0,28	0,33	0,24
		11	0,11	0,17	0,15	0,15	0,18	0,21	0,15
		12	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,2	0,15
		13	0,33	0,23	0,21	0,21	0,26	0,31	0,21
		14	0,21	0,22	0,24	0,21	0,21	0,27	0,23
		15	0,04	0,06	0,07	0,09	0,09	0,11	0,08
		16	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,11	0,08

Tabela B. 13. Valores de EDT e TR em função de frequência para o posicionamento de fonte S7 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S7			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	5,28	5,074	4,978	4,441	4,159	3,066	4,71
		02	5,052	5,143	4,799	4,506	4,133	3,083	4,65
		03	5,025	5,427	4,883	3,871	3,615	2,791	4,38
		04	4,942	4,826	4,633	4,21	3,738	2,794	4,42
		05	4,699	5,079	4,802	3,915	3,711	2,621	4,36
		06	5,198	4,555	4,885	4,437	3,755	2,739	4,66
		07	4,24	4,582	4,389	3,827	3,252	2,157	4,11
		08	4,205	5,138	4,273	3,581	3,217	2,186	3,93
		09	3,798	4,592	4,513	4,044	3,469	2,581	4,28
		10	4,733	4,505	4,385	4,09	3,628	2,744	4,24
		11	4,563	5,01	4,32	3,786	3,599	2,725	4,05
		12	4,535	4,656	4,867	3,922	3,662	2,717	4,39
		13	3,87	4,983	4,54	3,735	3,476	2,71	4,14
		14	4,156	4,512	4,489	3,769	3,623	2,664	4,13
		15	4,292	4,697	4,701	4,407	4,432	3,289	4,55
		16	5,422	4,501	4,756	4,714	4,115	3,305	4,74
T30	[s]	01	5,112	5,073	4,87	4,299	3,87	3,127	4,58
		02	5,009	5,133	4,879	4,353	3,847	3,139	4,62
		03	4,767	4,997	4,893	4,405	3,907	3,093	4,65
		04	5,2	5,146	4,94	4,366	3,902	3,115	4,65
		05	5,075	4,872	4,96	4,323	3,792	3,04	4,64
		06	5,188	4,882	4,779	4,17	3,847	2,999	4,47
		07	5,282	5,207	4,949	4,26	3,783	3,029	4,60
		08	4,855	4,924	4,815	4,374	3,813	3,019	4,59
		09	5,205	4,755	4,867	4,301	3,876	3,074	4,58
		10	4,947	5,053	4,856	4,302	3,854	3,062	4,58
		11	5,128	4,925	4,711	4,285	3,771	3,107	4,50
		12	4,92	4,769	4,764	4,262	3,865	3,075	4,51
		13	5,299	5,075	4,807	4,398	3,799	3,072	4,60
		14	5,073	5,147	4,586	4,348	3,866	3,076	4,47
		15	4,971	5,056	4,799	4,406	3,787	3,16	4,60
		16	4,99	4,949	4,926	4,296	3,805	3,123	4,61

Tabela B. 14. Valores de C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S7 na Basílica Nossa Senhora do Carmo.

Nossa Senhora do Carmo									
Fonte S7			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
C80	[dB]	01	-5,7	-8,06	-8,57	-7,24	-4,69	-4,23	-7,91
		02	-6,55	-9,58	-8,74	-7,35	-5,41	-4,25	-8,05
		03	-4,05	-6,24	-4,7	-3,32	-1,74	-0,13	-4,01
		04	-2,81	-6,01	-5,46	-4,57	-2,99	-1,99	-5,02
		05	-3,95	-2,67	-1,9	-1,19	-1,98	1,26	-1,55
		06	-5,19	-2,24	-1,16	-0,59	-2,03	0,61	-0,88
		07	1,88	2,07	2,36	2,09	3,93	6,04	2,23
		08	0,52	0,95	1,06	2,06	3,6	6,13	1,56
		09	-1,73	-4,8	-3,25	-2,73	-2,71	-0,64	-2,99
		10	-2,07	-6,39	-3,06	-2,16	-2,23	-1,27	-2,61
		11	-6,51	-4,78	-5,32	-5,38	-3,59	-2,42	-5,35
		12	-6,52	-6,15	-4,47	-4,85	-4,91	-3,03	-4,66
		13	-1,9	-2,68	-3,76	-3,42	-2,55	-1,11	-3,59
		14	-3,67	-3,35	-2,99	-2,56	-3,62	-1,77	-2,78
		15	-11,69	-9,12	-8,46	-7,38	-7,8	-6,01	-7,92
		16	-8,46	-7,64	-7,42	-7,52	-8,3	-6,52	-7,47
D50	[-]	01	0,15	0,08	0,06	0,1	0,17	0,19	0,08
		02	0,15	0,08	0,06	0,08	0,15	0,19	0,07
		03	0,23	0,16	0,16	0,22	0,32	0,38	0,19
		04	0,29	0,18	0,15	0,19	0,23	0,24	0,17
		05	0,26	0,32	0,29	0,36	0,31	0,47	0,33
		06	0,22	0,3	0,31	0,38	0,3	0,43	0,35
		07	0,55	0,58	0,52	0,55	0,63	0,74	0,54
		08	0,48	0,52	0,5	0,57	0,64	0,75	0,54
		09	0,36	0,13	0,23	0,28	0,25	0,32	0,26
		10	0,36	0,13	0,19	0,29	0,28	0,33	0,24
		11	0,11	0,17	0,15	0,15	0,18	0,21	0,15
		12	0,14	0,14	0,14	0,15	0,14	0,2	0,15
		13	0,33	0,23	0,21	0,21	0,26	0,31	0,21
		14	0,21	0,22	0,24	0,21	0,21	0,27	0,23
		15	0,04	0,06	0,07	0,09	0,09	0,11	0,08
		16	0,07	0,07	0,07	0,08	0,08	0,11	0,08

Tabela B. 15. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,238	1,983	2,336	0,992	0,345	0,103	1,66
		02	1,956	2,287	2,89	3,091	2,676	2	2,99
		03	1,596	2,64	2,639	2,769	2,306	1,887	2,70
		04	1,62	2,009	2,409	2,834	2,398	1,869	2,62
		05	2,501	2,64	3,231	3,301	2,675	2,13	3,27
		06	2,717	2,486	3,107	2,95	2,829	2,063	3,03
		07	2,538	2,708	3,755	3,879	3,306	2,528	3,82
		08	2,978	3,479	3,868	4,149	3,753	2,904	4,01
		09	2,495	3,145	4,054	4,04	3,555	2,806	4,05
		10	3,612	3,525	4,207	4,217	3,894	3,024	4,21
		11	3,398	3,446	4,081	4,233	3,969	2,947	4,16
		12	3,157	3,507	4,224	4,366	3,833	3,095	4,30
		13	3,161	3,819	3,882	4,102	3,825	3,152	3,99
		14	3,825	3,245	4,284	4,225	3,797	2,964	4,25
T30	[s]	01	1,943	2,409	2,746	3,095	2,627	1,986	2,92
		02	2,167	2,764	3,153	3,245	2,8	2,169	3,20
		03	2,065	2,495	3,179	3,265	2,9	2,248	3,22
		04	2,559	2,806	3,41	2,888	2,659	2,165	3,15
		05	2,233	3,047	3,365	3,453	3,05	2,412	3,41
		06	2,334	2,925	3,523	3,558	3,132	2,345	3,54
		07	2,733	3,052	3,499	3,593	3,168	2,435	3,55
		08	2,609	2,981	3,601	3,612	3,261	2,624	3,61
		09	2,455	3,177	3,663	3,723	3,244	2,662	3,69
		10	2,78	3,03	3,605	3,624	3,316	2,674	3,61
		11	2,75	3,045	3,613	3,694	3,287	2,758	3,65
		12	2,671	3,082	3,666	3,671	3,257	2,674	3,67
		13	2,649	2,863	3,66	3,747	3,293	2,734	3,70
		14	2,651	3,098	3,612	3,677	3,333	2,732	3,64
C80	[dB]	01	9,27	8,63	9,41	10,52	11,8	15,19	9,97
		02	1,43	0,51	2,84	2,17	2,66	5,02	2,51
		03	1,44	-2,47	-3,22	-2,69	-2,12	-1,12	-2,96
		04	5,2	-0,69	-1,75	-1,63	-0,86	0,58	-1,69
		05	-2,75	-3,29	-1,19	-1,23	-1,26	2,06	-1,21
		06	-3,96	-3,67	-0,2	-1,17	-2,56	0,65	-0,69
		07	-2,99	-5,91	-3,01	-1,5	-0,65	-0,38	-2,26
		08	-3,56	-3,96	-6,25	-4,69	-2,54	-1,04	-5,47
		09	-4,18	-4,6	-6,04	-4,78	-3,63	-2,5	-5,41
		10	-4,06	-4,58	-8,42	-7,85	-5,22	-3,31	-8,14
		11	-4,24	-7,96	-10,78	-8,31	-6,94	-5,62	-9,55
		12	-5,42	-8,97	-9,93	-7,95	-7,54	-3,35	-8,94
		13	-3,36	-6,08	-9,47	-8,46	-7,48	-4,42	-8,97
		14	-2,2	-6,23	-7,13	-7,76	-6,19	-3,38	-7,45

Tabela B. 16. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,88	0,87	0,89	0,91	0,93	0,97	0,90
		02	0,54	0,48	0,61	0,59	0,62	0,71	0,60
		03	0,42	0,22	0,24	0,25	0,28	0,31	0,25
		04	0,56	0,31	0,25	0,32	0,36	0,42	0,29
		05	0,3	0,24	0,4	0,39	0,39	0,58	0,40
		06	0,22	0,25	0,46	0,4	0,31	0,49	0,43
		07	0,24	0,15	0,3	0,38	0,43	0,43	0,34
		08	0,27	0,25	0,15	0,22	0,32	0,39	0,19
		09	0,23	0,2	0,16	0,22	0,27	0,31	0,19
		10	0,26	0,21	0,08	0,11	0,18	0,27	0,10
		11	0,2	0,09	0,02	0,09	0,1	0,13	0,06
		12	0,15	0,07	0,04	0,07	0,1	0,24	0,06
		13	0,18	0,1	0,04	0,04	0,07	0,16	0,04
		14	0,23	0,12	0,03	0,06	0,12	0,21	0,05

Tabela B. 17. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,704	2,089	2,904	2,816	2,257	1,87	2,86
		02	2,363	2,701	3,215	3,245	2,694	2,111	3,23
		03	2,269	2,549	3,116	3,004	2,74	2,178	3,06
		04	1,54	1,757	1,996	2,063	1,688	1,462	2,03
		05	2,116	2,272	3,169	3,275	2,83	2,077	3,22
		06	2,373	2,609	3,124	3,175	2,792	2,131	3,15
		07	2,642	2,522	3,909	3,538	3,184	2,394	3,72
		08	2,498	3,546	3,694	4,133	3,558	2,828	3,91
		09	3,039	3,543	3,799	4,216	3,778	2,95	4,01
		10	3,048	3,44	4,005	4,313	3,764	2,956	4,16
		11	3,137	3,352	4,114	4,239	3,83	3,126	4,18
		12	3,497	3,471	4,049	4,242	3,956	3,072	4,15
		13	3,501	4,076	4,246	4,258	3,891	3,16	4,25
		14	2,458	3,443	4,097	4,353	3,811	2,951	4,23
T30	[s]	01	2,289	2,608	3,195	3,148	2,847	2,207	3,17
		02	2,113	2,811	3,117	3,192	2,901	2,173	3,15
		03	2,213	2,861	3,271	3,183	2,773	2,332	3,23
		04	1,874	2,36	2,83	2,919	2,673	1,995	2,87
		05	2,7	2,927	3,5	3,451	3,068	2,325	3,48
		06	2,511	2,859	3,526	3,41	3,044	2,314	3,47
		07	2,559	3,119	3,565	3,653	3,123	2,546	3,61
		08	2,586	3,094	3,571	3,691	3,293	2,614	3,63
		09	2,72	3,025	3,366	3,631	3,22	2,639	3,50
		10	2,555	3,154	3,588	3,527	3,259	2,701	3,56
		11	2,707	3,06	3,645	3,678	3,263	2,729	3,66
		12	2,662	3,05	3,78	3,558	3,255	2,708	3,67
		13	2,678	2,985	3,646	3,676	3,31	2,757	3,66
		14	2,941	3,155	3,697	3,645	3,267	2,776	3,67
C80	[dB]	01	2,99	1,83	2,23	2,93	2,28	2,92	2,58
		02	0,68	-0,15	1,03	1,31	2,39	4,18	1,17
		03	2,26	0,31	-4,63	-4,8	-4,71	-1,85	-4,72
		04	1,22	-2,25	0,49	1,45	1,04	2,56	0,97
		05	-0,26	-4,03	0,07	0,05	0,39	2,09	0,06
		06	-1,32	-1,94	-0,33	-0,2	-0,83	2,66	-0,27
		07	-0,17	-2,43	-3,47	-1,34	0,4	3,33	-2,41
		08	-2,35	-5,57	-8,64	-3,27	-0,8	1,97	-5,96
		09	-1,41	-6,39	-8,51	-4,61	-4,39	-0,37	-6,56
		10	-3,93	-5,13	-9,86	-6,46	-3,45	-0,23	-8,16
		11	-1,23	-6,76	-9,53	-8,31	-5,26	-2,16	-8,92
		12	-2,84	-6,6	-10,73	-8,91	-7,72	-4,29	-9,82
		13	-0,47	-6,4	-8,76	-8,46	-6,17	-3,27	-8,61
		14	-2,93	-7,45	-9,25	-8,42	-7,58	-2,9	-8,84

Tabela B. 18. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,58	0,58	0,61	0,64	0,59	0,6	0,63
		02	0,49	0,43	0,54	0,55	0,61	0,69	0,55
		03	0,35	0,28	0,19	0,16	0,16	0,27	0,18
		04	0,53	0,29	0,42	0,46	0,43	0,5	0,44
		05	0,4	0,14	0,48	0,47	0,48	0,58	0,48
		06	0,35	0,33	0,45	0,44	0,41	0,61	0,45
		07	0,42	0,29	0,27	0,39	0,49	0,65	0,33
		08	0,36	0,18	0,07	0,29	0,41	0,58	0,18
		09	0,38	0,14	0,09	0,22	0,22	0,43	0,16
		10	0,23	0,19	0,07	0,15	0,25	0,42	0,11
		11	0,3	0,13	0,04	0,07	0,13	0,28	0,06
		12	0,28	0,08	0,03	0,05	0,06	0,19	0,04
		13	0,23	0,06	0,03	0,06	0,08	0,2	0,05
		14	0,28	0,09	0,03	0,05	0,07	0,17	0,04

Tabela B. 19. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,301	1,871	2,577	2,235	2,087	1,381	2,41
		02	1,414	2,645	2,947	2,619	2,451	1,528	2,78
		03	2,127	2,481	2,707	2,977	2,229	1,881	2,84
		04	2,164	2,327	2,961	3,188	2,881	2,078	3,07
		05	1,74	2,463	3,302	3,486	2,902	2,289	3,39
		06	1,778	2,605	3,416	3,305	2,897	2,12	3,36
		07	2,382	2,989	3,504	3,673	3,083	2,488	3,59
		08	3,107	3,674	4,185	4,207	3,642	2,912	4,20
		09	2,649	3,692	4,018	4,099	3,733	2,762	4,06
		10	3,246	4,051	4,286	4,281	3,889	3,073	4,28
		11	2,823	3,591	4,326	4,211	3,93	3,102	4,27
		12	3,267	3,119	3,983	4,285	3,908	3,243	4,13
		13	3,181	3,806	4,115	4,306	3,928	3,229	4,21
		14	2,921	3,674	4,109	4,511	4,076	3,207	4,31
T30	[s]	01	2,257	2,494	3,099	2,99	2,766	2,128	3,04
		02	2,423	2,755	3,032	3,055	2,788	2,091	3,04
		03	2,377	2,792	3,292	3,232	2,924	2,191	3,26
		04	2,445	2,842	3,261	3,258	2,928	2,226	3,26
		05	2,641	3,069	3,523	3,483	3,068	2,439	3,50
		06	2,509	2,794	3,342	3,445	3,105	2,423	3,39
		07	2,71	2,68	3,582	3,502	3,157	2,533	3,54
		08	2,75	3,076	3,382	3,592	3,253	2,605	3,49
		09	2,786	3,045	3,623	3,664	3,254	2,661	3,64
		10	2,707	3,14	3,611	3,57	3,24	2,635	3,59
		11	2,686	3,064	3,511	3,712	3,284	2,787	3,61
		12	2,689	3,125	3,659	3,704	3,278	2,668	3,68
		13	2,77	3,287	3,505	3,772	3,311	2,721	3,64
		14	2,594	3,041	3,739	3,638	3,268	2,744	3,69
C80	[dB]	01	5,95	8,1	6,55	7,7	7,56	7,73	7,13
		02	7,07	4,67	4,66	4,51	5,95	8,21	4,59
		03	0,87	-5,02	-4,87	-2,2	-1,22	-0,88	-3,54
		04	3,64	-1,26	-2,88	-2,25	-1,31	-0,24	-2,57
		05	-5,66	-4,46	-2,87	-3,63	-3,32	-1,52	-3,25
		06	-0,99	-6,17	-3,8	-3,81	-3,45	-1,35	-3,81
		07	0,26	-4,67	-4,97	-5,37	-4,36	-2,6	-5,17
		08	0,19	-4,33	-8,44	-6,4	-5,59	-2,66	-7,42
		09	-0,3	-5,33	-8,01	-7,74	-5,18	-2,88	-7,88
		10	-2,54	-4,05	-9,99	-8,69	-7,99	-4,09	-9,34
		11	-1,63	-5,09	-10,87	-10,26	-8,52	-5,1	-10,57
		12	-2,64	-9,43	-10,37	-9,79	-8,62	-4,96	-10,08
		13	0,25	-4,38	-9,84	-8,34	-7,55	-5,29	-9,09
		14	-0,38	-5,97	-8,77	-7,61	-7,37	-4,59	-8,19

Tabela B. 20. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,77	0,84	0,8	0,84	0,84	0,84	0,82
		02	0,79	0,71	0,72	0,7	0,78	0,84	0,71
		03	0,45	0,13	0,2	0,31	0,32	0,33	0,26
		04	0,59	0,32	0,2	0,27	0,34	0,38	0,24
		05	0,16	0,21	0,3	0,27	0,27	0,35	0,29
		06	0,41	0,11	0,26	0,26	0,26	0,36	0,26
		07	0,46	0,22	0,22	0,19	0,23	0,3	0,21
		08	0,46	0,23	0,1	0,15	0,18	0,29	0,13
		09	0,43	0,17	0,09	0,12	0,18	0,29	0,11
		10	0,34	0,25	0,05	0,08	0,09	0,22	0,07
		11	0,27	0,16	0,03	0,05	0,06	0,14	0,04
		12	0,32	0,08	0,03	0,05	0,06	0,15	0,04
		13	0,35	0,2	0,03	0,04	0,05	0,12	0,04
		14	0,29	0,05	0,03	0,06	0,06	0,12	0,05

Tabela B. 21. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,04	2,573	2,575	2,894	2,696	2,139	2,73
		02	1,327	2,508	2,535	2,174	2,022	1,276	2,35
		03	2,324	2,902	3,383	3,416	3,011	2,279	3,40
		04	2,234	2,864	3,167	3,067	2,753	2,289	3,12
		05	2,673	3,452	3,58	3,539	3,16	2,515	3,56
		06	2,768	2,837	3,317	3,337	3,045	2,394	3,33
		07	2,867	2,854	3,684	3,741	3,422	2,477	3,71
		08	3,173	3,561	3,929	4,298	3,676	2,89	4,11
		09	2,722	3,9	4,095	4,282	3,563	2,938	4,19
		10	3,481	3,914	4,096	4,245	3,979	3,124	4,17
		11	3,448	3,532	4,565	4,348	4,131	3,338	4,46
		12	3,98	3,9	4,287	4,433	3,812	3,214	4,36
		13	2,923	3,822	4,371	4,385	3,924	3,237	4,38
		14	3,115	3,594	4,302	4,347	3,896	3,207	4,32
T30	[s]	01	2,399	2,611	3,063	3,18	2,784	2,215	3,12
		02	2,041	2,407	2,599	2,89	2,67	1,975	2,74
		03	2,448	2,611	3,307	3,255	2,964	2,322	3,28
		04	2,177	2,791	3,408	3,294	2,948	2,261	3,35
		05	2,641	2,667	3,421	3,426	3,026	2,4	3,42
		06	2,546	2,771	3,496	3,516	3,133	2,415	3,51
		07	2,604	3,042	3,617	3,65	3,169	2,582	3,63
		08	2,646	3,066	3,607	3,634	3,267	2,675	3,62
		09	2,646	2,813	3,646	3,681	3,304	2,658	3,66
		10	2,894	2,878	3,681	3,715	3,34	2,713	3,70
		11	2,535	3,105	3,598	3,693	3,272	2,752	3,65
		12	2,662	3,176	3,691	3,659	3,324	2,74	3,68
		13	2,806	3,187	3,62	3,652	3,334	2,772	3,64
		14	2,793	3,133	3,65	3,722	3,305	2,723	3,69
C80	[dB]	01	4,18	0,21	0,99	2,41	0,99	2,47	1,70
		02	6,64	7,8	7,47	7,14	6,86	8,58	7,31
		03	0,83	-5,57	-8,61	-6,54	-5,3	-3,84	-7,58
		04	-1,51	-2,5	-5,86	-3,91	-4,55	-2,73	-4,89
		05	-3,34	-6,76	-7,54	-6,73	-4,91	-3,28	-7,14
		06	-2,97	-6,61	-6,78	-6,98	-5,77	-4,51	-6,88
		07	-3,22	-5,2	-8,11	-6,48	-4,39	-3,58	-7,30
		08	-2,11	-5,3	-8,63	-8,86	-5,18	-3,86	-8,75
		09	-4,05	-6,29	-10,52	-8,54	-7,89	-5,83	-9,53
		10	-3,76	-7,01	-12,31	-9,79	-8,47	-4,74	-11,05
		11	-2,7	-7,6	-9,99	-11,31	-9,36	-5,98	-10,65
		12	-3,33	-7,35	-12,57	-11,02	-10,21	-7,55	-11,80
		13	-4,33	-6,29	-11,35	-9,22	-8,49	-6,58	-10,29
		14	-3,36	-8,16	-12,63	-10,07	-9,99	-6,73	-11,35

Tabela B. 22. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,64	0,47	0,53	0,6	0,51	0,58	0,57
		02	0,74	0,84	0,83	0,82	0,8	0,85	0,83
		03	0,34	0,1	0,07	0,09	0,14	0,19	0,08
		04	0,33	0,26	0,12	0,21	0,18	0,25	0,17
		05	0,26	0,1	0,11	0,13	0,21	0,26	0,12
		06	0,18	0,12	0,13	0,13	0,15	0,2	0,13
		07	0,29	0,21	0,1	0,14	0,23	0,26	0,12
		08	0,34	0,19	0,06	0,08	0,19	0,24	0,07
		09	0,23	0,15	0,04	0,09	0,1	0,15	0,07
		10	0,21	0,11	0,03	0,06	0,09	0,2	0,05
		11	0,19	0,1	0,02	0,03	0,07	0,15	0,03
		12	0,25	0,1	0,02	0,03	0,04	0,1	0,03
		13	0,2	0,12	0,03	0,05	0,04	0,1	0,04
		14	0,29	0,11	0,02	0,03	0,04	0,08	0,03

Tabela B. 23. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,92	3,134	3,459	3,605	3,157	2,401	3,53
		02	2,571	2,768	3,477	3,599	3,22	2,398	3,54
		03	1,901	2,691	3,179	3,34	3,091	2,392	3,26
		04	2,129	2,314	3,398	3,399	2,965	2,325	3,40
		05	1,925	0,213	1,929	1,897	1,082	1,218	1,91
		06	1,937	0,798	2,236	1,513	0,271	0,331	1,87
		07	1,416	0,491	2,713	2,593	2,075	0,918	2,65
		08	2,728	3,159	2,968	3,389	3,07	2,254	3,18
		09	2,683	2,923	3,286	3,563	3,11	2,178	3,42
		10	2,451	2,815	3,15	3,497	3,232	2,49	3,32
		11	2,486	3,367	3,693	3,598	3,299	2,611	3,65
		12	2,504	3,129	3,713	3,793	3,226	2,56	3,75
		13	2,417	3,19	3,604	3,628	3,379	2,725	3,62
		14	2,21	3,135	3,664	3,516	3,16	2,558	3,59
T30	[s]	01	2,427	2,863	3,533	3,511	3,11	2,507	3,52
		02	2,149	2,836	3,573	3,624	3,084	2,497	3,60
		03	2,377	2,761	3,501	3,475	3,039	2,472	3,49
		04	2,622	2,582	3,207	3,499	3,162	2,467	3,35
		05	2,679	3,026	3,376	3,484	3,109	2,38	3,43
		06	2,551	2,831	3,429	3,485	3,043	2,247	3,46
		07	2,682	2,937	3,376	3,45	3,161	2,475	3,41
		08	2,433	2,872	3,576	3,578	3,166	2,465	3,58
		09	2,516	2,683	3,393	3,576	3,154	2,429	3,48
		10	2,637	2,984	3,568	3,55	3,17	2,533	3,56
		11	2,433	2,912	3,53	3,556	3,118	2,571	3,54
		12	2,592	2,796	3,543	3,539	3,252	2,536	3,54
		13	2,699	2,94	3,601	3,522	3,2	2,619	3,56
		14	2,804	2,793	3,54	3,547	3,233	2,575	3,54
C80	[dB]	01	-2,52	-4,32	-4,29	-3,85	-2,99	-1,21	-4,07
		02	-3,35	-5,61	-6,6	-6,86	-5,2	-4,06	-6,73
		03	-0,61	-1,68	-6,23	-5,78	-4,7	-2,85	-6,01
		04	1,62	-1,43	-6,05	-5,66	-4,71	-2,89	-5,86
		05	7,68	10,66	8,48	8,73	9,19	8,99	8,61
		06	7,44	10,04	7,9	8,89	11,7	12,75	8,40
		07	9,27	10,55	8,77	7,19	7,75	9,75	7,98
		08	1,74	-0,94	0	1,31	1,49	2,98	0,66
		09	3,4	-0,71	0,69	2,64	4,23	5	1,67
		10	0,34	-1,7	-6,02	-3,5	-1,9	0,84	-4,76
		11	-2,76	-5,67	-7,33	-7,34	-5,78	-3,56	-7,34
		12	-2,52	-6	-8,43	-7,41	-5,27	-2,74	-7,92
		13	-0,97	-3,85	-6,3	-7,2	-6,89	-4,38	-6,75
		14	0,1	-3,81	-10,03	-7,05	-5,99	-4,13	-8,54

Tabela B. 24. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,31	0,19	0,25	0,25	0,28	0,39	0,25
		02	0,25	0,14	0,12	0,13	0,19	0,22	0,13
		03	0,28	0,15	0,11	0,14	0,18	0,24	0,13
		04	0,46	0,17	0,11	0,15	0,15	0,24	0,13
		05	0,83	0,9	0,86	0,87	0,88	0,86	0,87
		06	0,8	0,88	0,84	0,87	0,92	0,94	0,86
		07	0,87	0,9	0,87	0,82	0,83	0,88	0,85
		08	0,58	0,41	0,47	0,52	0,53	0,59	0,50
		09	0,57	0,4	0,5	0,62	0,68	0,72	0,56
		10	0,42	0,38	0,15	0,24	0,34	0,5	0,20
		11	0,34	0,17	0,1	0,12	0,14	0,24	0,11
		12	0,35	0,18	0,07	0,12	0,17	0,28	0,10
		13	0,31	0,2	0,04	0,06	0,08	0,15	0,05
		14	0,4	0,23	0,04	0,08	0,09	0,17	0,06

Tabela B. 25. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,73	3,173	3,971	4,305	4,012	3,335	4,14
		02	3,065	3,463	3,891	4,422	4,001	3,216	4,16
		03	3,392	3,649	4,293	4,402	3,941	3,129	4,35
		04	3,276	3,669	4,087	4,17	3,825	3,136	4,13
		05	2,367	3,453	3,622	3,689	3,308	2,696	3,66
		06	2,294	3,076	3,787	3,759	3,319	2,547	3,77
		07	3,237	3,18	3,481	3,653	3,066	2,518	3,57
		08	2,225	2,716	3,398	3,207	2,966	2,258	3,30
		09	2,331	2,558	3,23	3,367	3,05	2,345	3,30
		10	2,004	2,648	2,871	2,875	2,459	0,791	2,87
		11	1,926	2,29	3,289	3,297	2,948	2,319	3,29
		12	2,379	2,734	3,237	3,32	2,873	2,272	3,28
		13	2,523	2,946	3,492	3,271	2,979	2,372	3,38
		14	2,164	3,125	3,348	3,287	2,987	2,37	3,32
T30	[s]	01	2,498	2,736	3,632	3,67	3,208	2,697	3,65
		02	2,635	2,972	3,581	3,703	3,199	2,658	3,64
		03	2,67	3,112	3,685	3,65	3,29	2,786	3,67
		04	2,817	3,191	3,753	3,713	3,232	2,764	3,73
		05	2,675	2,874	3,573	3,661	3,275	2,65	3,62
		06	2,691	2,947	3,553	3,576	3,193	2,57	3,56
		07	2,472	2,689	3,46	3,533	3,18	2,56	3,50
		08	2,358	2,912	3,477	3,516	3,161	2,492	3,50
		09	2,406	2,685	3,6	3,59	3,106	2,487	3,60
		10	2,435	2,569	3,28	3,485	3,085	2,34	3,38
		11	2,587	2,969	3,111	3,391	3,052	2,422	3,25
		12	2,374	2,78	3,423	3,403	3,139	2,362	3,41
		13	2,462	2,857	3,237	3,529	3,099	2,528	3,38
		14	2,755	2,694	3,461	3,464	3,131	2,46	3,46
C80	[dB]	01	-8,07	-8,6	-8,69	-6,76	-4,88	-3,08	-7,73
		02	-5,94	-9,65	-12,17	-9,86	-7,99	-6,71	-11,02
		03	-9,49	-9,61	-13,02	-11,8	-10,35	-9,61	-12,41
		04	-9,27	-9,7	-12,98	-11,27	-12,02	-9,17	-12,13
		05	-3,07	-3,52	-5,05	-4,67	-4,44	-1,06	-4,86
		06	-3,07	-4,14	-6,89	-4,03	-5,44	-2,63	-5,46
		07	-0,68	-3,39	-5,98	-2,71	-3,58	-0,27	-4,35
		08	1,46	-3,5	-4,19	-2,05	-2,58	-1,63	-3,12
		09	-1,08	-3,45	-2,97	-1,79	-0,42	0,37	-2,38
		10	1,5	7,02	5,32	6,33	8,22	9,96	5,83
		11	1,35	-2,86	-1,54	0,13	0,75	2,68	-0,71
		12	1,05	-2,27	-1,99	0,95	-0,26	0,61	-0,52
		13	-0,14	-1,38	-6,23	-5,53	-4,74	-2,87	-5,88
		14	-1,02	0,69	-5,04	-4,68	-1,99	-0,54	-4,86

Tabela B. 26. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,11	0,08	0,07	0,13	0,21	0,27	0,10
		02	0,16	0,07	0,04	0,06	0,1	0,12	0,05
		03	0,07	0,05	0,02	0,03	0,03	0,04	0,03
		04	0,09	0,06	0,02	0,03	0,03	0,06	0,03
		05	0,31	0,27	0,15	0,21	0,22	0,38	0,18
		06	0,3	0,24	0,11	0,21	0,17	0,28	0,16
		07	0,42	0,28	0,15	0,3	0,27	0,43	0,23
		08	0,5	0,26	0,23	0,33	0,29	0,32	0,28
		09	0,38	0,24	0,28	0,33	0,42	0,46	0,31
		10	0,55	0,81	0,75	0,79	0,85	0,89	0,77
		11	0,54	0,29	0,34	0,47	0,5	0,6	0,41
		12	0,53	0,29	0,33	0,51	0,44	0,47	0,42
		13	0,39	0,35	0,13	0,16	0,19	0,24	0,15
		14	0,4	0,43	0,16	0,19	0,33	0,39	0,18

Tabela B. 27. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S7 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S7			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	3,14	3,516	4,13	4,095	3,693	2,887	4,11
		02	3,743	3,583	4,142	4,316	3,746	2,949	4,23
		03	2,83	3,422	4,022	4,262	3,803	3,158	4,14
		04	2,94	3,204	4,252	4,129	3,953	3,128	4,19
		05	2,89	3,21	3,361	3,627	3,317	2,578	3,49
		06	2,792	2,866	3,413	3,725	3,24	2,5	3,57
		07	2,641	2,845	3,311	3,54	3,019	2,43	3,43
		08	2,304	2,681	3,33	3,436	3,027	2,395	3,38
		09	2,351	2,942	3,405	3,39	3,074	2,43	3,40
		10	2,271	2,262	3,038	3,257	2,8	2,235	3,15
		11	2,873	2,375	3,19	3,148	2,802	2,267	3,17
		12	2,601	2,631	3,263	3,145	2,799	2,251	3,20
		13	2,612	2,397	3,364	3,044	2,873	2,051	3,20
		14	2,4	2,584	3,208	3,063	2,746	2,163	3,14
T30	[s]	01	2,32	2,997	3,694	3,613	3,242	2,66	3,65
		02	2,475	3,248	3,67	3,672	3,267	2,669	3,67
		03	2,707	3,167	3,744	3,735	3,278	2,671	3,74
		04	2,589	3,101	3,578	3,677	3,267	2,722	3,63
		05	2,574	3,031	3,525	3,541	3,183	2,618	3,53
		06	2,447	2,962	3,512	3,576	3,227	2,551	3,54
		07	2,512	2,747	3,521	3,47	3,125	2,478	3,50
		08	2,527	2,955	3,464	3,407	3,155	2,468	3,44
		09	2,389	2,673	3,464	3,522	3,129	2,518	3,49
		10	2,376	2,938	3,474	3,369	3,116	2,466	3,42
		11	2,535	2,877	3,419	3,492	3,147	2,493	3,46
		12	2,321	2,6	3,493	3,509	3,107	2,451	3,50
		13	2,662	2,88	3,419	3,489	3,143	2,545	3,45
		14	2,473	2,817	3,414	3,397	3,108	2,485	3,41
C80	[dB]	01	-6,84	-2,24	-3,97	-5,45	-4,42	-1,41	-4,71
		02	-5,72	-3,63	-6,15	-6,36	-4,19	-1,67	-6,26
		03	-6,29	-6,89	-8,54	-9	-8,43	-6,97	-8,77
		04	-10,21	-10,96	-11,76	-10,91	-9,84	-8,23	-11,34
		05	-1,74	-3,86	-4,43	-4,79	-3,77	-2,88	-4,61
		06	-4,41	-5,15	-4,05	-4,99	-4,73	-2,42	-4,52
		07	-6,22	-3,37	-4,24	-3,35	-4,19	-2,06	-3,80
		08	-5,77	-5,84	-4,32	-4,01	-5,01	-3,44	-4,17
		09	-4,3	-4,76	-5,02	-5,44	-4,84	-3,71	-5,23
		10	-1,56	-2,45	-5,13	-4,95	-5,62	-3,99	-5,04
		11	-2,49	-2,92	-5,57	-6,1	-5,61	-4,28	-5,84
		12	-3,18	-3,91	-4,55	-5,26	-4,9	-4,88	-4,91
		13	-3,56	-1,65	-7,14	-7,22	-8,55	-7,29	-7,18
		14	-1,21	-6,02	-6,41	-7,15	-6,98	-5,2	-6,78

Tabela B. 28. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S7 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S7			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,13	0,27	0,21	0,1	0,17	0,29	0,16
		02	0,15	0,21	0,13	0,11	0,16	0,29	0,12
		03	0,07	0,08	0,05	0,04	0,06	0,09	0,05
		04	0,04	0,02	0,02	0,02	0,03	0,04	0,02
		05	0,31	0,2	0,11	0,11	0,15	0,23	0,11
		06	0,17	0,09	0,11	0,1	0,13	0,23	0,11
		07	0,11	0,17	0,11	0,15	0,13	0,23	0,13
		08	0,1	0,12	0,11	0,13	0,1	0,16	0,12
		09	0,1	0,13	0,12	0,09	0,11	0,15	0,11
		10	0,25	0,15	0,1	0,09	0,09	0,12	0,10
		11	0,14	0,15	0,09	0,09	0,1	0,14	0,09
		12	0,2	0,21	0,16	0,12	0,09	0,11	0,14
		13	0,17	0,12	0,07	0,04	0,04	0,06	0,06
		14	0,16	0,12	0,09	0,06	0,05	0,08	0,08

Tabela B. 29. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S8 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S8			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,415	2,224	2,818	2,734	2,721	1,914	2,78
		02	2,534	2,826	3,23	3,183	2,887	2,308	3,21
		03	1,645	2,067	2,718	2,678	2,322	1,775	2,70
		04	1,279	1,938	2,689	2,69	2,144	1,779	2,69
		05	1,865	2,418	2,797	2,919	2,317	1,775	2,86
		06	1,965	2,375	2,835	2,474	2,508	1,676	2,65
		07	2,328	2,761	3,343	3,438	3,099	2,31	3,39
		08	2,636	3,158	3,699	4,196	3,63	2,676	3,95
		09	2,729	3,351	3,691	3,913	3,508	2,835	3,80
		10	3,021	2,96	3,889	3,711	3,383	2,765	3,80
		11	2,785	2,707	3,699	3,93	3,58	2,818	3,81
		12	2,895	3,111	3,776	3,893	3,47	2,775	3,83
		13	3,106	2,905	3,789	4,067	3,575	2,903	3,93
		14	3,315	2,83	3,966	4,099	3,618	2,93	4,03
T30	[s]	01	2,308	2,656	3,343	3,416	2,976	2,287	3,38
		02	2,25	2,875	3,33	3,428	3,041	2,399	3,38
		03	2,422	2,768	3,083	3,211	2,758	2,237	3,15
		04	2,359	2,518	3,337	3,175	2,954	2,209	3,26
		05	2,405	2,767	3,29	3,47	3,039	2,313	3,38
		06	2,359	2,291	3,279	3,502	3,093	2,287	3,39
		07	2,551	2,931	3,527	3,469	3,126	2,494	3,50
		08	2,416	3,096	3,594	3,565	3,197	2,61	3,58
		09	2,429	2,875	3,62	3,673	3,246	2,593	3,65
		10	2,517	3,099	3,644	3,704	3,222	2,616	3,67
		11	2,936	3,156	3,548	3,635	3,276	2,696	3,59
		12	2,762	2,916	3,553	3,594	3,249	2,692	3,57
		13	2,67	3,103	3,564	3,562	3,256	2,675	3,56
		14	2,812	3,107	3,616	3,539	3,215	2,647	3,58
C80	[dB]	01	0,04	-2,81	-1,51	-1,52	-0,26	1,3	-1,52
		02	-2,81	-4,67	-5,86	-5,99	-4,45	-1,13	-5,93
		03	3,72	0,35	-1,97	-0,53	0,15	0,63	-1,25
		04	3,07	1,53	-0,97	0,71	-0,08	2,11	-0,13
		05	-1,88	3,48	3,95	4,78	5,52	6,56	4,37
		06	-1,06	3,68	2,84	5,08	4,83	6,48	3,96
		07	-0,36	-0,79	0,66	2,53	1,34	2,89	1,60
		08	-1,77	-0,46	-4,27	-3,27	-0,82	0,19	-3,77
		09	-1,45	-1,21	-5,29	-3,76	-2,09	-1,4	-4,53
		10	-2,43	-4,4	-6,55	-6	-4,99	-1,28	-6,28
		11	-1,45	-6,73	-8,79	-7,69	-6,65	-3,68	-8,24
		12	-1,29	-5,7	-10,05	-8,17	-6,67	-5,34	-9,11
		13	0,02	-5,61	-8,19	-7,7	-6,98	-4,21	-7,95
		14	0,1	-3,93	-7,45	-9,01	-7,32	-5,59	-8,23

Tabela B. 30. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S8 na Catedral Nossa Senhora da Conceição.

Catedral Nossa Senhora da Conceição									
Fonte S8			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,34	0,28	0,38	0,34	0,43	0,52	0,36
		02	0,32	0,22	0,13	0,13	0,18	0,37	0,13
		03	0,28	0,13	0,06	0,08	0,12	0,24	0,07
		04	0,24	0,11	0,05	0,08	0,12	0,15	0,07
		05	0,35	0,09	0,04	0,04	0,07	0,16	0,04
		06	0,38	0,14	0,04	0,06	0,06	0,12	0,05
		07	0,22	0,22	0,18	0,17	0,22	0,38	0,18
		08	0,38	0,38	0,27	0,38	0,4	0,43	0,33
		09	0,37	0,45	0,32	0,44	0,33	0,51	0,38
		10	0,36	0,65	0,68	0,73	0,75	0,79	0,71
		11	0,4	0,68	0,64	0,75	0,73	0,79	0,70
		12	0,41	0,38	0,52	0,6	0,55	0,62	0,56
		13	0,37	0,44	0,23	0,26	0,39	0,45	0,25
		14	0,4	0,4	0,17	0,26	0,33	0,36	0,22

Tabela B. 31. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01							0,00
		02	2,108	2,409	2,619	2,986	2,617	1,798	2,80
		03	2,448	3,14	3,272	3,437	3,478	2,453	3,35
		04	2,892	3,018	3,451	3,264	3,139	2,533	3,36
		05	2,224	3,081	3,088	3,28	3,265	2,384	3,18
		06	2,479	3,437	3,365	3,518	3,343	2,472	3,44
		07	3,108	3,115	3,398	3,494	3,34	2,475	3,45
		08	2,754	3,536	3,406	3,415	3,194	2,537	3,41
T30	[s]	01							0,00
		02	2,425	3,074	3,473	4,015	3,702	2,969	3,74
		03	2,988	3,297	4,792	3,636	3,207	2,568	4,21
		04	2,631	3,173	3,119	3,293	3,111	2,501	3,21
		05	2,47	3,056	3,49	3,45	3,163	2,557	3,47
		06	2,814	2,766	3,416	3,312	3,084	2,517	3,36
		07	2,298	3,052	3,349	3,339	3,134	2,524	3,34
		08	2,63	3,203	3,306	3,416	3,068	2,505	3,36
C80	[dB]	01							0,00
		02	-0,91	-0,78	1,47	0,36	-0,11	2,43	0,92
		03	-2,94	-2,71	-3,52	-4,33	-2,75	-1,27	-3,93
		04	-1,45	-3,33	-2,95	-4,34	-3,78	0,01	-3,65
		05	-0,24	-7,02	-5,46	-4,92	-3,9	-3,04	-5,19
		06	-0,44	-7,6	-4,1	-4,55	-3,89	-1,79	-4,33
		07	-2,27	-2,94	-4,55	-5,65	-3,92	-2,98	-5,10
		08	-2,83	-1,25	-4,36	-4,93	-4,29	-3,59	-4,65
D50	[-]	01							0,00
		02	0,27	0,38	0,48	0,42	0,41	0,52	0,45
		03	0,3	0,15	0,19	0,18	0,24	0,3	0,19
		04	0,35	0,14	0,22	0,18	0,24	0,41	0,20
		05	0,27	0,1	0,14	0,17	0,21	0,21	0,16
		06	0,32	0,09	0,2	0,18	0,21	0,3	0,19
		07	0,28	0,29	0,12	0,16	0,19	0,23	0,14
		08	0,25	0,32	0,15	0,15	0,19	0,18	0,15

Tabela B. 32. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,656	2,961	3,531	3,172	3,058	2,246	3,35
		02	2,477	2,845	2,969	3,243	2,992	2,159	3,11
		03	2,701	2,803	3,173	3,293	3,005	2,237	3,23
		04	2,677	3,135	3,161	3,2	3,015	2,244	3,18
		05	2,039	3,234	3,4	3,262	3,133	2,46	3,33
		06	2,851	3,282	3,21	3,408	3,271	2,515	3,31
		07	2,708	2,989	3,221	3,387	3,058	2,502	3,30
		08	2,378	2,749	2,93	3,308	2,966	2,35	3,12
T30	[s]	01	2,634	2,928	3,142	3,419	3,113	2,541	3,28
		02	2,543	2,99	3,345	3,333	3,045	2,511	3,34
		03	2,799	3,134	3,324	3,455	3,12	2,465	3,39
		04	2,674	2,942	3,187	3,311	3,044	2,457	3,25
		05	2,73	3,077	3,236	3,355	3,086	2,496	3,30
		06	2,725	3,011	3,33	3,413	3,084	2,511	3,37
		07	2,575	3,282	3,371	3,473	3,17	2,603	3,42
		08	2,703	3,203	3,421	3,338	3,158	2,521	3,38
C80	[dB]	01	1,47	-2,73	-0,04	-0,58	-2,21	-0,61	-0,31
		02	-2,23	-6,63	-1,07	-2,83	-2,46	-0,07	-1,95
		03	-1,49	-0,55	-1,51	-2,48	-1,57	-0,36	-2,00
		04	-5,94	-1,62	-1,62	-3,35	-2,44	-0,05	-2,49
		05	-2,61	-3,96	-5,2	-6,06	-5,5	-3,01	-5,63
		06	-0,63	-2,3	-2,93	-4,73	-4	-1,84	-3,83
		07	-4,83	-4,14	-5,07	-5,88	-4,8	-3,8	-5,48
		08	-2,67	-2,03	-4,04	-3,98	-4,26	-2,46	-4,01
D50	[-]	01	0,43	0,29	0,4	0,39	0,26	0,32	0,40
		02	0,28	0,12	0,34	0,25	0,25	0,37	0,30
		03	0,39	0,38	0,32	0,28	0,3	0,37	0,30
		04	0,14	0,24	0,3	0,24	0,3	0,38	0,27
		05	0,17	0,15	0,14	0,14	0,11	0,21	0,14
		06	0,27	0,29	0,25	0,15	0,19	0,25	0,20
		07	0,19	0,12	0,13	0,12	0,15	0,19	0,13
		08	0,2	0,22	0,16	0,18	0,14	0,2	0,17

Tabela B. 33. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,783	3,337	3,654	3,586	3,264	2,492	3,62
		02	2,737	2,799	3,296	3,525	3,249	2,537	3,41
		03	2,534	2,925	3,18	3,358	2,998	2,25	3,27
		04	2,372	2,85	3,205	3,519	2,917	2,269	3,36
		05	1,975	3,338	3,423	3,208	3,118	2,343	3,32
		06	2,579	2,944	3,274	3,462	3,107	2,415	3,37
		07	2,427	2,996	3,067	3,466	3,098	2,437	3,27
		08	3,105	3,067	3,214	3,334	3,18	2,506	3,27
T30	[s]	01	2,557	3,175	3,314	3,272	3,039	2,543	3,29
		02	2,581	3,148	3,397	3,489	3,137	2,579	3,44
		03	2,622	3,11	3,273	3,376	3,129	2,517	3,32
		04	2,709	3,12	3,36	3,439	3,19	2,537	3,40
		05	2,877	3,001	3,275	3,325	3,099	2,49	3,30
		06	2,829	3,09	3,371	3,381	3,158	2,545	3,38
		07	2,658	3,101	3,281	3,345	3,161	2,548	3,31
		08	2,515	2,946	3,273	3,321	3,102	2,521	3,30
C80	[dB]	01	-4,9	-6,55	-4,06	-5,72	-3,79	-2,9	-4,89
		02	-5,31	-8,1	-6,63	-7,25	-6,06	-4,41	-6,94
		03	-1,25	-0,25	-1,04	-1,49	-1,11	0,59	-1,27
		04	-1,99	1,42	-0,28	-0,48	1,75	4,5	-0,38
		05	-0,83	-2,02	-4,26	-4,58	-2,85	-1,6	-4,42
		06	1,24	-4,45	-4,99	-6,31	-4,93	-2,15	-5,65
		07	1,74	-1,99	-4,44	-3,45	-3,69	-1,36	-3,95
		08	-0,99	-3,16	-5,58	-5,5	-3,91	-2,64	-5,54
D50	[-]	01	0,19	0,15	0,2	0,13	0,23	0,26	0,17
		02	0,16	0,09	0,09	0,06	0,08	0,14	0,08
		03	0,35	0,35	0,36	0,34	0,32	0,43	0,35
		04	0,31	0,53	0,42	0,43	0,55	0,69	0,43
		05	0,4	0,23	0,18	0,2	0,28	0,31	0,19
		06	0,47	0,19	0,15	0,12	0,18	0,26	0,14
		07	0,54	0,28	0,18	0,21	0,2	0,32	0,20
		08	0,37	0,23	0,12	0,11	0,15	0,2	0,12

Tabela B. 34. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,147	2,732	3,287	3,325	3,111	2,402	3,31
		02	2,413	2,997	3,497	3,613	3,326	2,609	3,56
		03	2,852	3,48	3,335	3,311	3,122	2,281	3,32
		04	2,693	3,307	3,386	3,253	2,986	2,427	3,32
		05	2,863	3,22	3,044	3,293	2,902	2,178	3,17
		06	2,988	3,226	3,1	3,205	3,121	2,358	3,15
		07	2,354	3,276	3,09	3,556	3,079	2,406	3,32
		08	2,413	3,263	3,353	3,434	2,979	2,277	3,39
T30	[s]	01	2,477	3,041	3,175	3,366	3,11	2,493	3,27
		02	2,619	3,24	3,332	3,444	3,145	2,607	3,39
		03	2,823	3,108	3,312	3,389	3,116	2,543	3,35
		04	2,641	2,972	3,25	3,418	3,059	2,481	3,33
		05	2,653	2,979	3,194	3,316	3,059	2,399	3,26
		06	2,485	3,163	3,4	3,409	3,053	2,486	3,40
		07	2,856	3,105	3,324	3,383	3,183	2,477	3,35
		08	2,678	3,109	3,284	3,293	3,098	2,502	3,29
C80	[dB]	01	-4,86	-4,23	-4,09	-5,48	-5,27	-3,84	-4,79
		02	-2,22	-3,86	-5,1	-5,13	-3,78	-3,4	-5,12
		03	-2,04	-4,23	-4,51	-3,55	-3,02	-1,72	-4,03
		04	-2,08	-4,03	-4,79	-3,55	-3,53	-1,81	-4,17
		05	1,03	1,4	0,06	-0,16	-0,12	1,13	-0,05
		06	0,41	1,44	0,23	-0,03	-1,11	0,75	0,10
		07	-3,48	-3,55	-2,55	-2,81	-0,97	-0,25	-2,68
		08	-3,98	-1,84	-2,81	-2,96	-2,65	-1,61	-2,89
D50	[-]	01	0,2	0,2	0,18	0,09	0,12	0,18	0,14
		02	0,24	0,21	0,17	0,15	0,2	0,2	0,16
		03	0,21	0,2	0,22	0,23	0,23	0,27	0,23
		04	0,25	0,17	0,2	0,22	0,22	0,27	0,21
		05	0,45	0,45	0,39	0,38	0,37	0,45	0,39
		06	0,44	0,48	0,42	0,43	0,36	0,44	0,43
		07	0,22	0,21	0,25	0,25	0,36	0,4	0,25
		08	0,19	0,24	0,26	0,21	0,25	0,31	0,24

Tabela B. 35. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,994	2,479	2,94	3,454	3,097	2,513	3,20
		02	2,51	2,945	3,456	3,639	3,094	2,401	3,55
		03	2,663	3,258	3,544	3,473	3,042	2,574	3,51
		04	2,979	3,307	3,475	3,448	3,176	2,402	3,46
		05	3,011	3,172	3,162	3,525	3,015	2,45	3,34
		06	3,575	3,445	3,647	3,473	3,176	2,436	3,56
		07	2,12	3,234	3,469	3,517	3,073	2,508	3,49
		08	2,72	3,395	3,569	3,445	3,217	2,543	3,51
T30	[s]	01	2,604	2,98	3,46	3,586	3,284	2,637	3,52
		02	2,685	3,188	3,274	3,352	3,119	2,527	3,31
		03	2,628	2,834	3,361	3,5	3,228	2,584	3,43
		04	2,573	3,038	3,288	3,506	3,253	2,606	3,40
		05	2,562	2,992	3,458	3,508	3,21	2,586	3,48
		06	2,223	2,969	3,458	3,536	3,158	2,549	3,50
		07	2,907	3,04	3,365	3,331	3,16	2,505	3,35
		08	2,792	3,049	3,334	3,521	3,229	2,537	3,43
C80	[dB]	01	-4,48	-2,94	-3,59	-4,47	-3,84	-1,32	-4,03
		02	-4,13	-3,67	-6,12	-4,27	-3,97	-1,91	-5,20
		03	-1,31	-2,09	-2,17	-3,17	-2,79	-1,04	-2,67
		04	-1,61	-3,67	-3,42	-3,64	-3,15	-1,3	-3,53
		05	0,39	-0,14	-2,61	-3,04	-2,33	-1,03	-2,83
		06	-0,26	-0,6	-1,93	-3,09	-2,01	-1,25	-2,51
		07	0,93	-1,32	-2,02	-3,11	-2,95	-1,41	-2,57
		08	1,04	-1,82	-1,74	-3,01	-3,08	-1,16	-2,38
D50	[-]	01	0,24	0,2	0,16	0,2	0,19	0,33	0,18
		02	0,17	0,21	0,14	0,16	0,2	0,28	0,15
		03	0,3	0,24	0,29	0,22	0,22	0,33	0,26
		04	0,33	0,25	0,23	0,2	0,21	0,31	0,22
		05	0,3	0,36	0,29	0,24	0,3	0,32	0,27
		06	0,38	0,4	0,34	0,24	0,29	0,32	0,29
		07	0,51	0,38	0,27	0,24	0,23	0,32	0,26
		08	0,48	0,36	0,3	0,24	0,24	0,34	0,27

Tabela B. 36. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Igreja de Sant'Ana.

Sant'Ana									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,881	2,4	2,659	2,655	2,246	1,458	2,66
		02	2,845	2,105	2,62	2,54	2,55	1,786	2,58
		03	2,403	2,87	3,231	3,407	3,249	2,447	3,32
		04	3,267	3,019	3,35	3,255	3,119	2,357	3,30
		05	2,519	3,152	3,443	3,413	3,306	2,477	3,43
		06	2,966	3,173	3,312	3,566	3,284	2,623	3,44
		07	2,861	2,583	3,254	3,629	3,171	2,43	3,44
		08	2,317	2,953	3,167	3,403	3,143	2,535	3,29
T30	[s]	01	2,629	2,828	3,133	3,309	3,051	2,365	3,22
		02	2,694	2,978	3,31	3,456	3,095	2,438	3,38
		03	2,977	3,181	3,348	3,381	3,157	2,44	3,36
		04	2,552	3,149	3,326	3,381	3,096	2,507	3,35
		05	2,593	3,115	3,298	3,431	3,129	2,565	3,36
		06	2,655	3,281	3,406	3,39	3,105	2,547	3,40
		07	2,719	2,993	3,298	3,331	3,157	2,494	3,31
		08	2,854	3,014	3,329	3,352	3,145	2,534	3,34
C80	[dB]	01	2,85	1,38	1,58	1,57	2,61	5,36	1,58
		02	0,02	0,13	0,83	0,81	0,99	3,22	0,82
		03	-3,77	-3,07	-5,25	-5,29	-4,49	-3,28	-5,27
		04	-3,38	-2,71	-3,74	-5,42	-4,37	-3,06	-4,58
		05	-3,18	-4,3	-4,87	-4,97	-4,5	-2,95	-4,92
		06	-3,57	-4,08	-4,47	-4,7	-4,52	-3,17	-4,59
		07	-3,12	-6,1	-5,62	-4,2	-3,89	-3,27	-4,91
		08	-4,35	-3,75	-4,99	-4,88	-4,46	-3,1	-4,94
D50	[-]	01	0,5	0,5	0,5	0,5	0,58	0,7	0,50
		02	0,32	0,37	0,41	0,44	0,45	0,58	0,43
		03	0,25	0,14	0,13	0,16	0,17	0,21	0,15
		04	0,18	0,19	0,21	0,15	0,14	0,21	0,18
		05	0,22	0,14	0,13	0,18	0,18	0,21	0,16
		06	0,23	0,17	0,12	0,14	0,17	0,23	0,13
		07	0,18	0,14	0,16	0,19	0,21	0,22	0,18
		08	0,14	0,17	0,18	0,15	0,16	0,22	0,17

Tabela B. 37. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,105	2,622	2,748	2,966	2,589	1,549	2,86
		02	3,664	2,961	2,977	3,014	2,387	1,645	3,00
		03	4,272	4,902	4,415	3,879	3,473	2,775	4,15
		04	5,194	4,372	4,214	3,983	3,52	2,733	4,10
		05	4,652	4,543	3,802	4,056	3,573	2,777	3,93
		06	4,516	4,506	4,404	3,989	3,486	2,667	4,20
		07	5,122	4,66	4,168	4,111	3,511	2,824	4,14
		08	4,793	4,525	4,206	4,039	3,681	2,911	4,12
		09	3,775	4,256	4,316	3,795	3,578	2,822	4,06
		10	4,614	4,547	4,227	3,824	3,728	2,914	4,03
		11	4,886	4,865	4,287	4,064	3,627	2,944	4,18
		12	4,491	4,301	4,471	3,968	3,675	3,045	4,22
T30	[s]	01	4,016	3,91	4,043	3,824	3,561	2,875	3,93
		02	4,196	4,156	4,25	3,812	3,58	2,928	4,03
		03	4,709	4,437	4,238	4,03	3,723	2,99	4,13
		04	4,373	4,438	4,282	3,923	3,658	3,008	4,10
		05	4,47	4,426	4,243	3,751	3,498	2,861	4,00
		06	4,453	4,057	4,009	3,859	3,571	2,844	3,93
		07	4,199	4,241	4,276	3,787	3,586	2,988	4,03
		08	4,347	4,433	4,252	3,804	3,532	2,923	4,03
		09	4,186	4,156	4,115	3,959	3,556	2,97	4,04
		10	4,673	4,378	4,148	3,975	3,563	2,928	4,06
		11	4,271	4,309	4,221	3,878	3,568	2,998	4,05
		12	4,585	4,49	4,178	3,799	3,514	2,955	3,99
C80	[dB]	01	0,62	0,62	1,71	3,42	2,32	3,78	2,57
		02	0,88	-0,84	-0,14	1,45	2,32	2,83	0,66
		03	-5,85	-4,69	-3,73	-3,35	-3,52	-2,05	-3,54
		04	-4,07	-4,79	-4,82	-2,33	-2,54	-0,14	-3,58
		05	-4,83	-8,06	-5,7	-6,14	-4,24	-3,47	-5,92
		06	-5,81	-7,53	-5,78	-4,39	-5,25	-3,89	-5,09
		07	-5,07	-6,71	-7,43	-7,56	-6,93	-5,27	-7,50
		08	-5,53	-6,39	-7,19	-6,43	-4,71	-4,09	-6,81
		09	-9,88	-9,36	-8,34	-6,93	-5,54	-3,77	-7,64
		10	-9,3	-9,56	-7,66	-7,73	-6,18	-3,88	-7,70
		11	-7,58	-8,42	-7,19	-6,27	-5,89	-4,89	-6,73
		12	-7,75	-9,91	-7,67	-7,4	-6,23	-4,24	-7,54

Tabela B. 38. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,21	0,4	0,42	0,57	0,49	0,56	0,50
		02	0,42	0,24	0,33	0,48	0,5	0,51	0,41
		03	0,14	0,1	0,24	0,21	0,18	0,26	0,23
		04	0,13	0,12	0,19	0,26	0,24	0,38	0,23
		05	0,22	0,05	0,1	0,11	0,19	0,18	0,11
		06	0,14	0,04	0,1	0,14	0,12	0,16	0,12
		07	0,16	0,09	0,07	0,09	0,1	0,13	0,08
		08	0,15	0,07	0,07	0,11	0,17	0,18	0,09
		09	0,05	0,06	0,07	0,11	0,13	0,2	0,09
		10	0,07	0,06	0,07	0,09	0,13	0,19	0,08
		11	0,1	0,08	0,1	0,1	0,12	0,14	0,10
		12	0,12	0,07	0,07	0,08	0,13	0,19	0,08

Tabela B. 39. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,951	2,194	1,892	1,528	1,067	0,846	1,71
		02	1,903	2,155	1,823	0,988	0,888	0,735	1,41
		03	5,082	4,374	4,335	3,839	3,456	2,777	4,09
		04	4,511	4,556	4,232	3,759	3,451	2,696	4,00
		05	4,893	4,385	4,06	3,98	3,692	2,765	4,02
		06	5,328	4,737	4,34	3,936	3,383	2,759	4,14
		07	4,442	4,462	4,335	3,853	3,617	2,863	4,09
		08	4,313	4,214	4,37	4,1	3,498	2,874	4,24
		09	4,545	4,453	3,887	3,972	3,596	2,893	3,93
		10	4,847	4,183	4,377	4,065	3,679	2,917	4,22
		11	4,08	4,687	4,128	3,892	3,592	2,92	4,01
		12	4,231	4,115	4,389	3,951	3,678	2,996	4,17
T30	[s]	01	3,579	4,061	4,196	3,639	3,397	2,653	3,92
		02	3,674	3,816	4,066	3,57	3,275	2,352	3,82
		03	4,862	4,439	4,3	3,922	3,53	2,889	4,11
		04	4,598	4,234	4,269	3,868	3,533	2,952	4,07
		05	4,184	4,48	4,294	3,752	3,493	2,902	4,02
		06	4,109	4,41	4,135	3,956	3,512	2,922	4,05
		07	4,556	4,273	3,991	3,773	3,521	2,981	3,88
		08	4,479	4,153	4,158	3,929	3,6	2,939	4,04
		09	4,431	4,291	4,231	3,971	3,621	3,044	4,10
		10	4,34	4,474	4,238	3,752	3,515	3,022	4,00
		11	4,412	4,147	4,202	4,006	3,523	2,898	4,10
		12	4,362	4,266	4,195	3,705	3,488	2,953	3,95
C80	[dB]	01	2,51	2,04	2,81	4,12	6,37	9,15	3,47
		02	7,42	6,2	7,79	9,19	9,38	9,66	8,49
		03	-4,43	-5,9	-4,22	-3,5	-5,14	-2,92	-3,86
		04	-6,83	-6,31	-5,27	-5,28	-5,12	-2,69	-5,28
		05	-4,82	-4,81	-6,73	-5,31	-4,58	-3,15	-6,02
		06	-5,09	-4,96	-5,54	-4,92	-4,79	-3,33	-5,23
		07	-5,49	-9,45	-8,72	-7,29	-6,1	-4,11	-8,01
		08	-6,41	-9,13	-7,45	-6,33	-5,47	-4,45	-6,89
		09	-7,59	-7,77	-5,7	-6,88	-5,4	-4,09	-6,29
		10	-7,58	-5,83	-5,25	-5,56	-5,47	-4,27	-5,41
		11	-4,63	-7,08	-7,18	-7,2	-7,35	-4,83	-7,19
		12	-4,26	-6,97	-6,69	-6,35	-6,16	-4,85	-6,52

Tabela B. 40. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,51	0,48	0,53	0,52	0,68	0,84	0,53
		02	0,8	0,77	0,84	0,83	0,84	0,84	0,84
		03	0,12	0,08	0,19	0,24	0,15	0,23	0,22
		04	0,07	0,14	0,17	0,15	0,15	0,26	0,16
		05	0,14	0,11	0,1	0,15	0,19	0,23	0,13
		06	0,11	0,12	0,16	0,17	0,15	0,22	0,17
		07	0,17	0,08	0,07	0,11	0,13	0,18	0,09
		08	0,16	0,08	0,1	0,13	0,14	0,17	0,12
		09	0,06	0,02	0,08	0,11	0,14	0,17	0,10
		10	0,07	0,05	0,11	0,12	0,13	0,16	0,12
		11	0,12	0,09	0,09	0,09	0,1	0,14	0,09
		12	0,17	0,08	0,09	0,09	0,11	0,14	0,09

Tabela B. 41. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	4,244	3,953	4,226	4,004	3,536	2,727	4,12
		02	4,73	3,753	3,835	3,732	3,43	2,722	3,78
		03	3,946	4,215	4,258	3,84	3,398	2,641	4,05
		04	4,177	4,239	4,066	3,798	3,527	2,621	3,93
		05	4,034	4,297	4,08	3,853	3,574	2,841	3,97
		06	3,983	4,156	3,944	4,051	3,468	2,635	4,00
		07	4,276	4,194	3,886	3,832	3,595	2,904	3,86
		08	4,12	4,777	4,187	3,598	3,534	2,818	3,89
		09	4,036	4,519	3,953	3,804	3,635	2,774	3,88
		10	4,291	4,594	3,978	3,732	3,702	2,77	3,86
		11	3,781	4,364	3,764	4,19	3,524	2,903	3,98
		12	4,544	4,584	4,385	3,968	3,593	2,837	4,18
T30	[s]	01	4,511	4,397	4,165	3,892	3,521	2,918	4,03
		02	4,533	4,338	4,207	3,924	3,553	2,879	4,07
		03	4,157	4,398	4,249	3,928	3,548	2,938	4,09
		04	4,646	4,47	4,383	3,883	3,554	2,89	4,13
		05	4,253	4,167	3,948	4,01	3,573	2,978	3,98
		06	4,606	4,299	4,182	3,937	3,49	2,896	4,06
		07	4,502	4,394	3,914	4,053	3,421	2,91	3,98
		08	4,565	4,35	4,361	3,963	3,571	2,891	4,16
		09	4,235	4,435	4,255	3,792	3,572	2,93	4,02
		10	4,114	4,042	4,203	3,961	3,443	2,893	4,08
		11	4,235	4,405	4,323	3,709	3,608	2,915	4,02
		12	4,523	4,351	4,112	3,762	3,528	2,968	3,94
C80	[dB]	01	-2,64	-3	-4,36	-3,45	-3,03	-2,33	-3,91
		02	-2,66	-3,32	-4,5	-4,44	-2,89	-1,81	-4,47
		03	-5,23	-3,3	-0,79	-1,39	-2,98	0,06	-1,09
		04	-5,87	-6,26	-3,91	-2,29	-3,66	-1,24	-3,10
		05	-7,66	-5,82	-3,74	-1,75	-3,17	-2,76	-2,75
		06	-7,96	-7,35	-6,31	-3,36	-4,02	-1,61	-4,84
		07	-6,83	-9,14	-5,37	-3,16	-4,96	-3,29	-4,27
		08	-8,65	-5,14	-7,31	-4,83	-5,17	-3,21	-6,07
		09	-6,24	-7,83	-7,43	-4,76	-4,5	-3,93	-6,10
		10	-5,91	-5,43	-6,07	-4,78	-3,45	-3,1	-5,43
		11	-5,19	-4,89	-6,36	-5,51	-5,46	-4,94	-5,94
		12	-9,73	-7,79	-7,06	-5,09	-4,45	-3,77	-6,08

Tabela B. 42. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,19	0,28	0,21	0,22	0,21	0,25	0,22
		02	0,18	0,24	0,15	0,15	0,2	0,25	0,15
		03	0,09	0,2	0,35	0,32	0,23	0,37	0,34
		04	0,18	0,08	0,22	0,23	0,2	0,3	0,23
		05	0,08	0,11	0,23	0,33	0,21	0,22	0,28
		06	0,13	0,11	0,11	0,23	0,16	0,27	0,17
		07	0,09	0,04	0,15	0,22	0,15	0,22	0,19
		08	0,05	0,04	0,1	0,18	0,14	0,22	0,14
		09	0,11	0,06	0,12	0,16	0,18	0,2	0,14
		10	0,11	0,06	0,1	0,14	0,21	0,23	0,12
		11	0,12	0,12	0,08	0,15	0,13	0,15	0,12
		12	0,03	0,06	0,12	0,15	0,19	0,21	0,14

Tabela B. 43. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	4,009	3,878	3,909	3,81	3,481	2,688	3,86
		02	5,338	4,482	3,904	3,977	3,262	2,613	3,94
		03	5,032	4,078	4,14	3,775	3,449	2,724	3,96
		04	3,936	3,973	4,142	3,922	3,375	2,603	4,03
		05	4,072	4,782	4,297	3,71	3,614	2,701	4,00
		06	4,258	4,64	4,422	3,98	3,456	2,704	4,20
		07	4,476	4,001	4,124	3,898	3,533	2,855	4,01
		08	4,871	4,306	3,978	3,927	3,8	2,827	3,95
		09	4,647	4,089	4,257	4,115	3,696	2,818	4,19
		10	4,58	4,528	4,214	3,856	3,625	2,816	4,04
		11	4,526	3,907	4,197	3,661	3,549	2,809	3,93
		12	4,49	4,578	4,473	3,847	3,533	2,947	4,16
T30	[s]	01	4,341	4,487	4,313	3,882	3,41	2,932	4,10
		02	4,101	4,124	4,327	3,927	3,604	2,891	4,13
		03	4,129	4,399	4,114	3,904	3,521	2,842	4,01
		04	4,61	4,187	4,206	3,862	3,558	2,892	4,03
		05	4,334	4,041	4,115	3,894	3,529	2,932	4,00
		06	4,375	4,114	4,141	3,841	3,506	2,915	3,99
		07	4,478	4,353	4,191	3,954	3,562	2,9	4,07
		08	4,647	4,266	4,195	3,958	3,506	2,886	4,08
		09	4,352	4,468	4,194	3,658	3,54	2,88	3,93
		10	4,26	4,34	4,257	3,839	3,487	2,913	4,05
		11	4,108	4,385	3,8	3,942	3,465	2,821	3,87
		12	4,152	4,341	4,254	3,703	3,468	2,832	3,98
C80	[dB]	01	-0,78	-3,27	-2,2	-2,98	-2,19	-0,56	-2,59
		02	-4,26	-4,18	-4,8	-3,89	-3,8	-1,32	-4,35
		03	-5,41	-6,67	-3,7	-3,7	-2,24	-1,95	-3,70
		04	-5,52	-0,49	-1,1	0,62	-1,63	0,1	-0,24
		05	-4,82	-6,91	-5,79	-5,57	-4,08	-2,36	-5,68
		06	-7,75	-6,17	-3,26	-1,16	-3,58	-1,96	-2,21
		07	-10,46	-8,81	-7,38	-4,6	-4,67	-2,32	-5,99
		08	-5,89	-9,44	-4,83	-2,05	-4,04	-2,31	-3,44
		09	-5,18	-5,12	-6,02	-5,87	-4,65	-2,8	-5,95
		10	-6,56	-7,88	-5,14	-3,95	-3,47	-2,22	-4,55
		11	-10,05	-8,79	-6,46	-4,57	-4,59	-3,75	-5,52
		12	-5,5	-5,77	-6,33	-4,49	-3,87	-4,7	-5,41

Tabela B. 44. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,18	0,23	0,19	0,23	0,24	0,33	0,21
		02	0,14	0,18	0,15	0,22	0,19	0,25	0,19
		03	0,18	0,11	0,21	0,21	0,25	0,26	0,21
		04	0,14	0,35	0,36	0,48	0,32	0,38	0,42
		05	0,2	0,08	0,11	0,13	0,2	0,21	0,12
		06	0,1	0,1	0,27	0,36	0,21	0,29	0,32
		07	0,06	0,06	0,1	0,18	0,17	0,26	0,14
		08	0,1	0,05	0,2	0,32	0,21	0,28	0,26
		09	0,11	0,09	0,13	0,13	0,18	0,25	0,13
		10	0,09	0,09	0,16	0,22	0,25	0,3	0,19
		11	0,03	0,06	0,13	0,16	0,17	0,19	0,15
		12	0,11	0,09	0,1	0,17	0,2	0,16	0,14

Tabela B. 45. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	4,174	3,917	3,932	3,838	3,661	2,805	3,89
		02	3,729	4,179	4,344	4,003	3,785	2,832	4,17
		03	4,144	4,661	3,971	3,955	3,68	2,947	3,96
		04	4,482	4,144	4,07	3,937	3,588	2,868	4,00
		05	4,859	4,919	4,265	4,013	3,524	2,839	4,14
		06	4,385	4,325	4,008	4,047	3,461	2,764	4,03
		07	5,227	4,286	4,379	3,9	3,266	2,59	4,14
		08	4,984	4,835	3,974	3,77	3,489	2,209	3,87
		09	4,283	4,061	4,3	3,779	3,371	2,69	4,04
		10	3,626	3,917	4,244	3,959	3,601	2,726	4,10
		11	4,672	4,572	3,938	3,608	3,615	2,887	3,77
		12	4,466	4,475	3,996	3,735	3,398	2,73	3,87
T30	[s]	01	3,931	4,197	4,299	3,902	3,568	2,953	4,10
		02	4,472	3,789	4,165	3,992	3,559	2,919	4,08
		03	4,428	4,022	4,218	3,891	3,544	2,928	4,05
		04	4,367	4,384	4,091	3,908	3,557	2,901	4,00
		05	4,436	4,094	4,175	3,881	3,514	2,875	4,03
		06	4,125	4,34	4,121	3,721	3,437	2,885	3,92
		07	4,282	4,04	4,127	3,923	3,477	2,799	4,03
		08	4,5	4,254	4,184	3,766	3,529	2,79	3,98
		09	4,061	4,123	4,165	3,837	3,438	2,828	4,00
		10	4,609	4,441	4,126	3,793	3,427	2,86	3,96
		11	4,375	4,306	4,212	3,962	3,499	2,871	4,09
		12	4,622	4,168	4,162	3,757	3,438	2,858	3,96
C80	[dB]	01	-6,47	-8,04	-6,16	-5,81	-6,33	-4,86	-5,99
		02	-5,36	-6,33	-7,56	-5,18	-5,28	-4,72	-6,37
		03	-3,44	-7,73	-6,02	-2,29	-1,41	-0,05	-4,16
		04	-4,38	-6,91	-5,45	-2,8	-3,29	-2,1	-4,13
		05	-2,6	0,64	-0,35	-0,16	0,58	2,54	-0,26
		06	-4,09	0,19	-0,09	0,26	-0,51	1,09	0,09
		07	2,59	2,45	3,8	3,71	4,43	6,49	3,76
		08	2,45	2,89	3,44	3,14	4,8	7,97	3,29
		09	-5,7	-4,83	-4,2	-3,23	-2,13	-0,9	-3,72
		10	-5,81	-5,57	-4,02	-3,3	-4,69	-2,58	-3,66
		11	-3,02	-4,73	-6,75	-4,3	-4,53	-3,68	-5,53
		12	-4,16	-6,51	-6,32	-4,74	-4,36	-3,43	-5,53

Tabela B. 46. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,14	0,09	0,09	0,13	0,12	0,14	0,11
		02	0,13	0,11	0,09	0,16	0,16	0,15	0,13
		03	0,25	0,1	0,15	0,3	0,36	0,43	0,23
		04	0,24	0,1	0,18	0,29	0,26	0,3	0,24
		05	0,27	0,52	0,4	0,44	0,46	0,58	0,42
		06	0,23	0,49	0,41	0,46	0,4	0,49	0,44
		07	0,62	0,62	0,67	0,67	0,7	0,77	0,67
		08	0,59	0,63	0,67	0,64	0,71	0,83	0,66
		09	0,15	0,16	0,16	0,25	0,3	0,36	0,21
		10	0,12	0,1	0,18	0,25	0,17	0,23	0,22
		11	0,29	0,18	0,14	0,18	0,16	0,18	0,16
		12	0,2	0,14	0,17	0,18	0,17	0,19	0,18

Tabela B. 47. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	4,686	4,649	3,855	3,866	3,468	2,835	3,86
		02	4,331	4,456	4,144	3,744	3,603	2,703	3,94
		03	3,134	3,55	3,677	3,859	3,223	2,377	3,77
		04	3,964	4,109	3,98	3,571	3,494	2,696	3,78
		05	4,988	4,563	4,029	4,061	3,366	2,692	4,05
		06	3,701	4,337	3,987	4,038	3,501	2,872	4,01
		07	4,024	4,171	4,344	3,735	3,484	2,954	4,04
		08	3,978	4,119	4,123	3,751	3,633	2,793	3,94
		09	4,455	4,346	4,29	3,95	3,585	2,901	4,12
		10	4,063	4,366	3,949	3,685	3,586	2,789	3,82
		11	4,759	4,792	4,123	3,744	3,611	2,877	3,93
		12	4,137	3,935	4,358	3,768	3,522	2,927	4,06
T30	[s]	01	4,406	4,043	4,266	3,781	3,544	2,893	4,02
		02	4,447	4,396	4,144	3,87	3,502	2,863	4,01
		03	4,624	4,566	4,144	3,835	3,491	2,863	3,99
		04	4,686	4,403	4,215	3,84	3,464	2,893	4,03
		05	4,178	4,367	4,22	3,872	3,556	2,968	4,05
		06	4,477	4,104	4,062	3,8	3,606	2,991	3,93
		07	4,478	3,891	4,167	3,908	3,523	2,859	4,04
		08	4,309	4,568	4,194	3,823	3,473	2,861	4,01
		09	4,407	4,278	4,153	3,862	3,571	2,917	4,01
		10	4,04	4,278	4,232	4,054	3,565	2,93	4,14
		11	4,491	4,29	3,877	4,024	3,547	2,905	3,95
		12	4,076	4,303	3,979	3,978	3,58	2,896	3,98
C80	[dB]	01	-10,48	-7,11	-6,57	-6,34	-4,05	-4,11	-6,46
		02	-8,58	-10,02	-7,84	-6,61	-3,75	-3,78	-7,23
		03	-2,58	0,51	0,65	0,51	0,91	2,84	0,58
		04	-4,78	-6,35	-4,27	-3,49	-3,93	-1,35	-3,88
		05	-4,91	-5,12	-3,62	-1,77	-2,24	-0,86	-2,70
		06	-0,16	-7,64	-4,98	-4,14	-3,35	-1,75	-4,56
		07	-5,38	-8,09	-4,65	-4,42	-5,24	-3,73	-4,54
		08	-5,29	-6,22	-4,59	-4,77	-4,76	-3,48	-4,68
		09	-7,62	-11,37	-9,61	-7	-5	-4,33	-8,31
		10	-4,04	-8,37	-6,69	-4,34	-4,99	-3,58	-5,52
		11	-5,98	-9,09	-9,53	-7,15	-7,38	-5,52	-8,34
		12	-3,05	-6,95	-7,25	-5,78	-5,61	-4,63	-6,52

Tabela B. 48. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,04	0,05	0,09	0,11	0,2	0,19	0,10
		02	0,09	0,06	0,08	0,12	0,19	0,18	0,10
		03	0,32	0,47	0,46	0,44	0,45	0,58	0,45
		04	0,13	0,08	0,14	0,16	0,17	0,28	0,15
		05	0,23	0,17	0,22	0,35	0,28	0,35	0,29
		06	0,16	0,05	0,11	0,16	0,19	0,27	0,14
		07	0,16	0,05	0,14	0,17	0,13	0,18	0,16
		08	0,2	0,09	0,11	0,16	0,13	0,17	0,14
		09	0,08	0,03	0,04	0,11	0,15	0,15	0,08
		10	0,1	0,05	0,1	0,13	0,14	0,19	0,12
		11	0,09	0,03	0,04	0,08	0,08	0,1	0,06
		12	0,23	0,05	0,09	0,13	0,12	0,15	0,11

Tabela B. 49. Valores de EDT, TR e C80 em função de frequência para o posicionamento de fonte S7 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S7			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	4,144	4,519	4,164	3,81	3,691	2,812	3,99
		02	3,493	4,015	4,288	3,859	3,53	2,879	4,07
		03	4,219	4,254	4,072	4,027	3,568	2,9	4,05
		04	4,305	4,129	4,002	3,848	3,627	2,964	3,93
		05	4,485	4,311	4,255	4,04	3,741	2,901	4,15
		06	5,468	4,536	4,153	4,036	3,604	2,956	4,09
		07	3,786	4,496	3,937	3,92	3,792	2,917	3,93
		08	4,272	4,658	4,117	3,953	3,552	2,916	4,04
		09	5,428	4,406	4,087	3,962	3,539	2,849	4,02
		10	4,345	4,463	4,193	4,021	3,571	2,943	4,11
		11	5,167	4,764	4,179	3,932	3,429	2,826	4,06
		12	4,615	4,026	3,978	3,803	3,674	2,962	3,89
T30	[s]	01	4,579	4,343	4,015	4,079	3,587	2,918	4,05
		02	5,029	4,576	4,211	3,802	3,619	2,949	4,01
		03	4,358	4,264	4,314	3,823	3,585	2,951	4,07
		04	4,253	4,257	4,282	3,879	3,601	2,945	4,08
		05	4,187	4,412	4,202	3,999	3,528	2,966	4,10
		06	4,378	4,384	4,24	3,828	3,56	2,902	4,03
		07	4,476	4,45	4,231	3,824	3,575	2,92	4,03
		08	4,373	4,386	4,153	3,881	3,559	2,928	4,02
		09	4,206	4,202	4,012	3,929	3,568	2,972	3,97
		10	4,113	4,382	4,261	3,841	3,487	2,932	4,05
		11	4,061	4,453	4,168	3,989	3,61	2,95	4,08
		12	4,494	4,447	4,273	3,835	3,513	2,943	4,05
C80	[dB]	01	-9,02	-6,95	-5,73	-5,56	-5,6	-2,54	-5,65
		02	-8,03	-6,18	-6,25	-5,26	-4,5	-3,01	-5,76
		03	-4,43	-6,45	-4,94	-6,93	-7,74	-5,23	-5,94
		04	-5,4	-7,48	-7,79	-4,97	-5,57	-4,66	-6,38
		05	-1,76	-5,44	-5,23	-6,15	-6,22	-5,43	-5,69
		06	-3,8	-7,42	-5,61	-5,58	-5,47	-3,97	-5,60
		07	-5,78	-5,9	-4,24	-5,54	-3,41	-3,56	-4,89
		08	-7,99	-3,93	-7,78	-5,9	-4,3	-2,93	-6,84
		09	-5,57	-7,2	-4,65	-6,19	-6,29	-5,65	-5,42
		10	-8,35	-5,06	-5,56	-3,77	-5,32	-4,7	-4,67
		11	-6,93	-5,64	-7,07	-6,19	-6,2	-4,75	-6,63
		12	-6,36	-6,79	-6,02	-5,07	-5,72	-4,5	-5,55

Tabela B. 50. Valores de D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S7 na Igreja de Nossa Senhora das Dores.

Nossa Senhora das Dores									
Fonte S7			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
D50	[-]	01	0,07	0,13	0,14	0,14	0,14	0,24	0,14
		02	0,07	0,12	0,13	0,16	0,17	0,22	0,15
		03	0,21	0,08	0,13	0,1	0,09	0,15	0,12
		04	0,17	0,09	0,08	0,17	0,14	0,16	0,13
		05	0,3	0,13	0,14	0,13	0,13	0,14	0,14
		06	0,26	0,1	0,15	0,14	0,14	0,19	0,15
		07	0,12	0,16	0,17	0,15	0,24	0,22	0,16
		08	0,1	0,19	0,11	0,11	0,2	0,25	0,11
		09	0,13	0,08	0,14	0,09	0,11	0,12	0,12
		10	0,07	0,12	0,14	0,19	0,17	0,16	0,17
		11	0,1	0,11	0,07	0,13	0,1	0,14	0,10
		12	0,14	0,13	0,15	0,15	0,11	0,14	0,15

Tabela B. 51. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,929	2,189	2,843	3,071	2,432	0,005	2,96
		02	1,931	2,244	3,048	2,898	2,653	2,03	2,97
		03	3,438	3,471	3,865	3,755	3,452	2,742	3,81
		04	2,674	3,596	3,758	3,718	3,357	2,742	3,74
		05	2,885	3,344	3,665	3,742	3,387	2,709	3,70
		06	3,587	3,816	3,579	3,553	3,166	2,584	3,57
		07	2,807	3,589	4,008	3,924	3,538	3,03	3,97
		08	3,823	3,324	3,779	4,122	3,571	2,821	3,95
		09	2,72	3,258	3,741	4,021	3,41	2,752	3,88
		10	3,263	3,443	3,821	3,404	3,093	2,513	3,61
T30	[s]	01	2,85	3,046	3,533	3,65	3,473	2,622	3,59
		02	2,627	3,113	3,418	3,72	3,511	2,792	3,57
		03	3,098	3,252	3,58	3,816	3,665	2,903	3,70
		04	3,203	3,346	3,677	3,912	3,601	2,793	3,79
		05	3,333	3,526	3,852	3,794	3,659	2,928	3,82
		06	3,201	3,533	3,635	3,843	3,638	2,985	3,74
		07	3,026	3,644	3,792	3,77	3,677	2,976	3,78
		08	2,911	3,695	3,781	3,902	3,759	3,023	3,84
		09	3,031	3,663	3,654	3,887	3,749	2,945	3,77
		10	2,968	3,406	3,67	3,829	3,602	2,847	3,75
C80	[dB]	01	4,46	5,85	5,08	5,6	7,58	13,51	5,34
		02	5,28	2,88	3,14	3,8	3,71	6,83	3,47
		03	-0,49	-2,81	-1,41	-1,52	-2,62	-0,68	-1,47
		04	-2,7	-3,7	-3,89	-2,63	-2,89	-1,96	-3,26
		05	-2,8	-7,29	-5,69	-3,43	-4,2	-1,87	-4,56
		06	-4,27	-7,19	-5,2	-4,08	-3,41	-2,04	-4,64
		07	-3,81	-7,15	-4,88	-3,29	-2	-1,84	-4,09
		08	-1,18	-4,91	-2,28	-2,02	-1,77	-1,02	-2,15
		09	-3,12	-4,85	-6,18	-4,07	-2,74	-2,86	-5,13
		10	-3,52	-6,99	-5,08	-4,86	-3,23	-1,83	-4,97
D50	[-]	01	0,67	0,74	0,74	0,76	0,82	0,95	0,75
		02	0,46	0,52	0,59	0,61	0,6	0,73	0,60
		03	0,33	0,17	0,37	0,36	0,27	0,36	0,37
		04	0,23	0,12	0,18	0,25	0,17	0,21	0,22
		05	0,17	0,04	0,12	0,16	0,16	0,23	0,14
		06	0,16	0,06	0,08	0,11	0,13	0,17	0,10
		07	0,21	0,1	0,16	0,27	0,33	0,33	0,22
		08	0,32	0,18	0,3	0,33	0,31	0,35	0,32
		09	0,18	0,04	0,11	0,17	0,13	0,15	0,14
		10	0,14	0,06	0,07	0,12	0,14	0,11	0,10

Tabela B. 52. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,056	2,822	3,456	3,255	2,7	1,969	3,36
		02	1,697	2,946	3,9	3,285	2,951	1,972	3,59
		03	2,548	3,54	3,954	3,624	3,455	2,826	3,79
		04	3,442	3,747	3,723	3,783	3,512	2,876	3,75
		05	2,942	3,53	3,527	3,659	3,53	2,889	3,59
		06	3,582	3,6	3,966	3,428	3,294	2,655	3,70
		07	2,888	3,632	3,947	3,825	3,691	2,888	3,89
		08	3,082	3,451	3,467	3,726	3,445	2,72	3,60
		09	2,41	3,053	3,602	3,429	3,217	2,372	3,52
		10	2,849	3,078	3,517	3,175	2,789	2,263	3,35
T30	[s]	01	3,348	3,588	3,714	3,948	3,696	2,905	3,83
		02	3,264	3,537	3,624	3,795	3,652	2,827	3,71
		03	3,307	3,616	3,688	3,865	3,682	2,864	3,78
		04	2,974	3,573	3,654	3,793	3,73	2,82	3,72
		05	3,206	3,434	3,566	3,799	3,767	2,875	3,68
		06	3,1	3,428	3,724	3,958	3,756	3,011	3,84
		07	3,202	3,572	3,75	3,911	3,677	2,923	3,83
		08	3,204	3,2	3,795	3,94	3,692	3,062	3,87
		09	3,013	3,485	3,66	3,852	3,758	3,032	3,76
		10	3,508	3,644	3,677	3,804	3,67	2,743	3,74
C80	[dB]	01	1,76	-0,13	4,04	2,14	3,26	5,72	3,09
		02	5,73	0,01	1,36	1,68	2,86	5,08	1,52
		03	-1,6	-3,01	-0,86	-1,51	-1,28	1,03	-1,19
		04	-3,62	-4,41	-4,76	-2,5	-3,37	-2,39	-3,63
		05	-6,55	-7,78	-6,5	-3,5	-3,4	-3,25	-5,00
		06	-4,39	-7,41	-6,33	-3,4	-4,28	-3,64	-4,87
		07	-2,62	-4,7	-5,09	-4,6	-3,86	-3,88	-4,85
		08	-3,31	-2,19	-4,57	-2,58	-2,96	-1,47	-3,58
		09	-7,12	-9,49	-3,65	-5,36	-3,12	-1,69	-4,51
		10	-4,34	-5,59	-5,91	-4,96	-4	-2,42	-5,44
D50	[-]	01	0,54	0,43	0,66	0,57	0,52	0,69	0,62
		02	0,39	0,35	0,45	0,45	0,54	0,64	0,45
		03	0,29	0,33	0,43	0,37	0,39	0,5	0,40
		04	0,2	0,19	0,21	0,29	0,24	0,29	0,25
		05	0,11	0,08	0,11	0,21	0,23	0,24	0,16
		06	0,16	0,08	0,1	0,16	0,16	0,16	0,13
		07	0,29	0,2	0,16	0,19	0,23	0,21	0,18
		08	0,28	0,3	0,17	0,29	0,24	0,31	0,23
		09	0,09	0,02	0,05	0,11	0,13	0,19	0,08
		10	0,11	0,04	0,06	0,09	0,09	0,11	0,08

Tabela B. 53. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,328	3,415	3,258	3,551	2,723	2,214	3,40
		02	1,882	2,949	3,444	3,298	2,78	1,898	3,37
		03	2,559	3,423	3,872	3,699	3,395	2,747	3,79
		04	2,544	3,078	3,338	3,735	3,458	2,371	3,54
		05	2,66	3,24	3,568	3,382	3,215	2,536	3,48
		06	2,715	3,264	3,198	3,19	2,98	2,219	3,19
		07	3,197	3,52	4,074	3,834	3,411	2,883	3,95
		08	2,633	3,656	3,837	3,572	3,075	2,55	3,70
		09	3,174	3,443	3,969	3,704	3,378	2,784	3,84
		10	3,203	3,695	3,764	3,946	3,442	2,873	3,86
T30	[s]	01	3,151	3,457	3,766	3,861	3,742	2,837	3,81
		02	3,265	3,589	3,866	3,901	3,637	2,891	3,88
		03	3,128	3,552	3,634	3,914	3,675	3,043	3,77
		04	3,335	3,62	3,719	3,842	3,754	3,03	3,78
		05	3,169	3,424	3,671	3,834	3,732	2,807	3,75
		06	2,94	3,536	3,837	3,837	3,727	2,986	3,84
		07	3,265	3,514	3,706	3,898	3,798	3,124	3,80
		08	3,183	3,578	3,626	3,842	3,735	3,012	3,73
		09	2,949	3,607	3,833	3,917	3,783	3,037	3,88
		10	3,393	3,651	3,697	3,858	3,815	3,071	3,78
C80	[dB]	01	-0,59	-0,72	2,27	1,15	2,52	3,71	1,71
		02	6,15	0,34	1,15	1,47	2,17	4,75	1,31
		03	-3,37	-2,91	-5,08	-2,18	-0,71	-0,1	-3,63
		04	-4,05	-6,81	-5,49	-3,59	-2,81	-0,3	-4,54
		05	-7,51	-6,36	-4,34	-5,4	-4,17	-1,99	-4,87
		06	-4,72	-4,38	-3,63	-5,23	-4,47	-2,73	-4,43
		07	-0,82	-5,01	-7,24	-4,45	-2,36	-2,49	-5,85
		08	-3,81	-2,3	0,08	-0,16	0,18	1,43	-0,04
		09	-5,61	-8,16	-4,93	-3,22	-3,29	-4,06	-4,08
		10	-2,65	-6,2	-7,35	-4,86	-5,7	-4,8	-6,11
D50	[-]	01	0,43	0,39	0,55	0,5	0,54	0,58	0,53
		02	0,4	0,31	0,44	0,44	0,46	0,59	0,44
		03	0,26	0,25	0,15	0,3	0,36	0,4	0,23
		04	0,17	0,06	0,09	0,19	0,19	0,26	0,14
		05	0,09	0,03	0,05	0,12	0,12	0,16	0,09
		06	0,09	0,04	0,05	0,07	0,11	0,16	0,06
		07	0,37	0,11	0,07	0,17	0,27	0,26	0,12
		08	0,21	0,33	0,46	0,43	0,45	0,52	0,45
		09	0,12	0,08	0,15	0,24	0,22	0,19	0,20
		10	0,13	0,06	0,1	0,17	0,13	0,16	0,14

Tabela B. 54. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,965	3,701	3,832	3,809	3,712	2,882	3,82
		02	3,227	3,499	3,778	3,859	3,593	2,93	3,82
		03	2,372	3,037	3,802	3,388	3,474	2,803	3,60
		04	2,438	3,213	3,538	3,383	3,194	2,664	3,46
		05	2,834	3,244	3,156	3,426	3,12	2,367	3,29
		06	2,47	3,089	2,847	3,129	2,98	2,279	2,99
		07	2,672	3,318	3,585	3,664	3,6	2,707	3,62
		08	2,414	2,941	3,566	3,567	3,206	2,552	3,57
		09	2,869	2,92	3,778	3,9	3,594	2,879	3,84
		10	2,779	3,151	4,026	3,859	3,522	2,844	3,94
T30	[s]	01	2,963	3,562	3,825	3,99	3,785	3,07	3,91
		02	3,087	3,602	3,756	3,99	3,755	3,085	3,87
		03	3,083	3,497	3,714	3,951	3,729	2,985	3,83
		04	3,205	3,379	3,669	3,966	3,769	3,024	3,82
		05	3,041	3,502	3,758	3,839	3,718	2,994	3,80
		06	2,961	3,369	3,757	3,897	3,768	2,979	3,83
		07	2,961	3,426	3,83	3,957	3,82	3,11	3,89
		08	3,206	3,573	3,642	3,834	3,617	2,938	3,74
		09	2,933	3,631	3,72	3,965	3,684	3,02	3,84
		10	3,401	3,548	3,664	3,918	3,764	3,016	3,79
C80	[dB]	01	-6,7	-4,14	-5,62	-6,7	-5,2	-4,17	-6,16
		02	-3,42	-4,92	-5,89	-7,71	-7,18	-4,07	-6,80
		03	-5,51	-5	-9,91	-7,18	-6,23	-5,22	-8,55
		04	-4,12	-3,76	-7,98	-7,38	-5,73	-4,21	-7,68
		05	-5,36	-8,4	-9,14	-7,14	-6,2	-2,39	-8,14
		06	-4,65	-6,3	-8,57	-7,46	-5,53	-2,36	-8,02
		07	-2,7	-4,5	-7,12	-5,59	-3,84	-3,41	-6,36
		08	2,57	-0,46	-0,5	1,75	1,54	2,04	0,63
		09	-3,54	-7,02	-5,83	-3,91	-1,94	-0,36	-4,87
		10	-2,41	-6,82	-8,04	-4,35	-3,83	-2,03	-6,20
D50	[-]	01	0,11	0,17	0,16	0,13	0,18	0,22	0,15
		02	0,17	0,18	0,1	0,08	0,09	0,21	0,09
		03	0,15	0,13	0,06	0,11	0,15	0,18	0,09
		04	0,2	0,19	0,05	0,09	0,14	0,21	0,07
		05	0,19	0,08	0,02	0,06	0,12	0,25	0,04
		06	0,11	0,05	0,03	0,04	0,09	0,22	0,04
		07	0,27	0,12	0,07	0,11	0,17	0,22	0,09
		08	0,6	0,38	0,41	0,54	0,53	0,55	0,48
		09	0,21	0,08	0,12	0,24	0,33	0,42	0,18
		10	0,19	0,09	0,08	0,18	0,24	0,32	0,13

Tabela B. 55. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	2,669	3,377	3,667	4,057	3,396	2,697	3,86
		02	2,422	2,988	3,212	3,463	3,424	2,667	3,34
		03	2,808	3,94	3,774	3,308	3,045	2,297	3,54
		04	2,15	3,027	3,346	3,313	2,952	2,175	3,33
		05	3,2	3,673	3,475	3,595	3,017	2,404	3,54
		06	2,715	3,53	3,53	3,803	3,32	2,554	3,67
		07	2,757	3,371	3,914	4,065	3,627	2,785	3,99
		08	2,656	3,302	3,464	3,47	3,084	2,608	3,47
		09	3,29	3,353	3,734	3,558	3,168	2,224	3,65
		10	2,325	3,194	3,584	3,855	3,427	2,763	3,72
T30	[s]	01	3,199	3,328	3,651	4,032	3,732	3,018	3,84
		02	3,217	3,427	3,576	4,012	3,738	3,06	3,79
		03	2,975	3,466	3,709	3,827	3,638	2,737	3,77
		04	3,274	3,495	3,754	3,827	3,638	2,723	3,79
		05	3,164	3,491	3,704	3,916	3,793	2,92	3,81
		06	3,085	3,48	3,635	3,918	3,669	2,981	3,78
		07	3,327	3,417	3,914	4,059	3,862	3,102	3,99
		08	3,026	3,535	3,722	3,935	3,751	2,955	3,83
		09	2,94	3,467	3,812	3,837	3,683	2,952	3,82
		10	3,258	3,48	3,615	3,93	3,702	3,01	3,77
C80	[dB]	01	-4,83	-5,78	-7,74	-5,16	-4,44	-2,17	-6,45
		02	-4,46	-6,01	-7,5	-5,54	-4,57	-3,25	-6,52
		03	-1,62	-5,49	-3,03	-0,88	-0,58	0,98	-1,96
		04	-4,02	1,31	-1,93	-0,89	-1,16	0,09	-1,41
		05	-2,05	0,16	0,79	0,09	-2,03	-0,26	0,44
		06	-1,92	-1,57	-1,91	0,11	-0,76	-0,6	-0,90
		07	-3,53	-7,03	-5,42	-4,81	-2,51	-1,68	-5,12
		08	-1,64	-5,38	-3	-1,22	-3,42	-2,21	-2,11
		09	-2,05	-0,12	1,55	0,22	0,61	1,86	0,89
		10	-0,92	-3,28	-2,53	-1,13	-1,48	-1,74	-1,83
D50	[-]	01	0,16	0,12	0,08	0,16	0,2	0,26	0,12
		02	0,16	0,09	0,06	0,15	0,22	0,24	0,11
		03	0,32	0,18	0,32	0,41	0,4	0,51	0,37
		04	0,21	0,55	0,36	0,4	0,35	0,43	0,38
		05	0,33	0,45	0,51	0,45	0,31	0,41	0,48
		06	0,31	0,28	0,33	0,46	0,4	0,41	0,40
		07	0,19	0,08	0,15	0,18	0,28	0,32	0,17
		08	0,31	0,19	0,32	0,39	0,21	0,28	0,36
		09	0,33	0,42	0,55	0,4	0,43	0,53	0,48
		10	0,38	0,19	0,26	0,39	0,35	0,34	0,33

Tabela B. 56. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S6 na Igreja de Santa Rita de Cássia.

Santa Rita de Cássia									
Fonte S6			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	3,774	3,149	3,643	4,068	3,415	2,667	3,86
		02	3,393	3,509	3,791	3,853	3,484	2,83	3,82
		03	3,442	3,139	3,842	4,048	3,704	2,963	3,95
		04	2,674	3,596	3,758	3,718	3,357	2,742	3,74
		05	2,885	3,344	3,665	3,742	3,387	2,709	3,70
		06	3,587	3,816	3,579	3,553	3,166	2,584	3,57
		07	2,807	3,589	4,008	3,924	3,538	3,03	3,97
		08	3,958	3,455	3,809	3,813	3,729	2,873	3,81
		09	3,59	3,967	3,739	4,026	3,73	2,765	3,88
		10	3,228	3,366	4,084	4,041	3,738	2,793	4,06
T30	[s]	01	3,335	3,69	3,877	3,905	3,746	3,047	3,89
		02	3,373	3,612	3,645	4,076	3,816	3,075	3,86
		03	3,264	3,614	3,748	3,913	3,825	3,049	3,83
		04	3,203	3,346	3,677	3,912	3,601	2,793	3,79
		05	3,333	3,526	3,852	3,794	3,659	2,928	3,82
		06	3,201	3,533	3,635	3,843	3,638	2,985	3,74
		07	3,026	3,644	3,792	3,77	3,677	2,976	3,78
		08	3,117	3,532	3,642	3,992	3,72	3,011	3,82
		09	3,421	3,542	3,771	4,018	3,851	3,114	3,89
		10	3,637	3,572	3,666	3,929	3,78	3,062	3,80
C80	[dB]	01	-2,92	-6,04	-5,37	-6,41	-7,31	-4,49	-5,89
		02	-7,37	-5,09	-6,02	-5,25	-7,65	-6,54	-5,64
		03	-11,35	-6,55	-7,01	-7,92	-7,42	-6,08	-7,47
		04	-2,7	-3,7	-3,89	-2,63	-2,89	-1,96	-3,26
		05	-2,8	-7,29	-5,69	-3,43	-4,2	-1,87	-4,56
		06	-4,27	-7,19	-5,2	-4,08	-3,41	-2,04	-4,64
		07	-3,81	-7,15	-4,88	-3,29	-2	-1,84	-4,09
		08	-6,27	-6,51	-7,2	-8,28	-6,41	-5,27	-7,74
		09	-2,77	-7,08	-6,69	-6,65	-6,86	-5,7	-6,67
		10	-6,34	-10,03	-7,05	-5,3	-5,79	-5,62	-6,18
D50	[-]	01	0,1	0,09	0,1	0,09	0,06	0,11	0,10
		02	0,05	0,12	0,13	0,12	0,07	0,09	0,13
		03	0,04	0,08	0,06	0,07	0,06	0,08	0,07
		04	0,23	0,12	0,18	0,25	0,17	0,21	0,22
		05	0,17	0,04	0,12	0,16	0,16	0,23	0,14
		06	0,16	0,06	0,08	0,11	0,13	0,17	0,10
		07	0,21	0,1	0,16	0,27	0,33	0,33	0,22
		08	0,1	0,12	0,06	0,05	0,08	0,1	0,06
		09	0,06	0,08	0,1	0,08	0,06	0,07	0,09
		10	0,1	0,04	0,11	0,17	0,13	0,11	0,14

Tabela B. 57. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S1 na Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo									
Fonte S1			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,292	1,76	1,595	2,105	2,288	2,072	1,85
		02	1,104	0,7	1,333	1,542	1,932	1,513	1,44
		03	0,707	1,124	1,221	1,614	1,741	1,754	1,42
		04	1,588	1,661	1,525	1,962	2,297	1,964	1,74
		05	1,446	1,443	1,709	2,103	2,496	2,182	1,91
		06	1,777	1,694	1,988	2,306	2,604	2,37	2,15
		07	1,73	1,941	1,831	2,436	2,603	2,379	2,13
		08	1,58	1,569	1,607	2,168	2,489	2,172	1,89
		09	1,986	1,696	1,908	2,318	2,47	2,298	2,11
		10	2,179	1,85	2,032	2,27	2,498	2,405	2,15
T30	[s]	01	1,415	1,518	1,604	2,082	2,332	2,144	1,84
		02	1,569	1,575	1,549	2,021	2,351	2,109	1,79
		03	1,769	1,598	1,668	2,085	2,337	2,163	1,88
		04	1,701	1,51	1,611	2,143	2,377	2,177	1,88
		05	1,908	1,729	1,731	2,136	2,38	2,168	1,93
		06	1,838	1,633	1,796	2,092	2,382	2,217	1,94
		07	1,587	1,66	1,733	2,158	2,354	2,206	1,95
		08	1,726	1,498	1,587	2,086	2,401	2,211	1,84
		09	1,77	1,656	1,695	2,157	2,422	2,2	1,93
		10	1,802	1,638	1,745	2,096	2,374	2,142	1,92
C80	[dB]	01	5,26	6,63	6,04	4,91	2,87	3,52	5,48
		02	4,75	3,5	4,19	3,42	3,2	2,35	3,81
		03	3,09	-0,71	1,4	-1,58	-2,35	-1,96	-0,09
		04	-0,11	-2,06	-1,21	-2,04	-3,35	-3,05	-1,63
		05	-0,28	-1,57	-1,56	-4,03	-4,75	-3,86	-2,80
		06	-1,89	-4,89	-1,77	-3,91	-5,78	-4,45	-2,84
		07	-1,47	-0,83	-0,62	-1,1	-2,14	-2,08	-0,86
		08	-1,49	-5,31	-0,8	-3,93	-4,5	-2,81	-2,37
		09	0,49	-3,17	-2,06	-3,45	-3,87	-3,44	-2,76
		10	4,53	-0,36	0,48	-0,51	-1,74	-1,04	-0,02
D50	[-]	01	0,63	0,56	0,7	0,63	0,51	0,56	0,67
		02	0,56	0,58	0,56	0,56	0,56	0,52	0,56
		03	0,54	0,24	0,46	0,29	0,25	0,23	0,38
		04	0,33	0,22	0,33	0,3	0,24	0,21	0,32
		05	0,26	0,16	0,3	0,16	0,17	0,18	0,23
		06	0,24	0,12	0,26	0,19	0,1	0,14	0,23
		07	0,31	0,26	0,33	0,34	0,28	0,26	0,34
		08	0,29	0,13	0,28	0,18	0,17	0,23	0,23
		09	0,21	0,11	0,24	0,18	0,16	0,2	0,21
		10	0,54	0,36	0,47	0,4	0,3	0,3	0,44

Tabela B. 58. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S2 na Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo									
Fonte S2			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	0,084	0,089	0,017	0,697	1,118	0,822	0,36
		02	0,618	0,542	0,725	1,483	1,699	1,35	1,10
		03	1,633	1,878	1,783	2,046	2,369	2,183	1,91
		04	1,777	1,554	1,564	2,126	2,489	2,206	1,85
		05	2,409	1,662	1,819	2,283	2,484	2,296	2,05
		06	1,993	1,583	2,002	2,283	2,607	2,393	2,14
		07	1,558	1,497	1,709	2,042	2,417	2,163	1,88
		08	2,009	1,575	1,878	2,06	2,495	2,233	1,97
		09	2,035	1,736	1,936	2,361	2,724	2,41	2,15
		10	2,159	1,753	1,546	2,016	2,406	2,127	1,78
T30	[s]	01	1,624	1,491	1,645	1,738	2,272	2,005	1,69
		02	1,618	1,498	1,513	2,003	2,296	2,044	1,76
		03	1,718	1,619	1,68	2,207	2,351	2,179	1,94
		04	1,701	1,721	1,656	2,15	2,372	2,185	1,90
		05	1,724	1,728	1,745	2,081	2,363	2,208	1,91
		06	1,457	1,739	1,715	2,143	2,372	2,223	1,93
		07	1,756	1,631	1,691	2,158	2,425	2,166	1,92
		08	1,78	1,699	1,652	2,138	2,381	2,175	1,90
		09	1,672	1,671	1,694	2,125	2,385	2,217	1,91
		10	1,627	1,714	1,704	2,169	2,374	2,172	1,94
C80	[dB]	01	14,78	14,39	13,8	11,65	9,79	11,53	12,73
		02	8,86	11	9,03	7,52	7,02	6,91	8,28
		03	-0,04	-2,42	-1,1	-1,96	-2,85	-2,68	-1,53
		04	0,36	-5,77	-1,78	-2,32	-2,67	-2,29	-2,05
		05	0,68	-0,59	-0,64	-3,19	-3,89	-2,78	-1,92
		06	-1,6	-3,79	-1,22	-3,04	-4,78	-3,93	-2,13
		07	2,1	-1,98	0,66	-0,73	-2,73	-1,41	-0,04
		08	1,33	-0,04	0,71	-1,6	-2,68	-2,45	-0,45
		09	-0,92	-1,35	-2,79	-3,82	-3,85	-3,83	-3,31
		10	-1,05	0,34	-1,52	-2,07	-3,94	-1,98	-1,80
D50	[-]	01	0,95	0,94	0,94	0,91	0,87	0,9	0,93
		02	0,43	0,18	0,31	0,27	0,24	0,21	0,29
		03	0,7	0,82	0,79	0,8	0,77	0,76	0,80
		04	0,36	0,11	0,3	0,24	0,22	0,24	0,27
		05	0,42	0,19	0,35	0,22	0,19	0,2	0,29
		06	0,22	0,11	0,3	0,22	0,15	0,16	0,26
		07	0,46	0,26	0,45	0,31	0,21	0,25	0,38
		08	0,38	0,12	0,37	0,27	0,21	0,23	0,32
		09	0,34	0,23	0,24	0,19	0,2	0,18	0,22
		10	0,36	0,42	0,32	0,26	0,18	0,24	0,29

Tabela B. 59. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S3 na Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo									
Fonte S3			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	0,979	1,06	1,263	1,675	1,999	1,694	1,47
		02	1,431	1,354	1,16	1,64	1,977	1,748	1,40
		03	1,322	1,652	1,818	2,094	2,155	2,011	1,96
		04	2,129	1,666	1,738	2,116	2,234	2,147	1,93
		05	2,176	1,552	1,754	2,234	2,635	2,242	1,99
		06	1,936	1,948	1,739	2,219	2,529	2,348	1,98
		07	1,711	1,518	1,726	2,086	2,424	2,25	1,91
		08	1,928	1,934	1,987	2,446	2,441	2,304	2,22
		09	1,679	1,563	1,813	2,244	2,35	2,364	2,03
		10	2,125	1,72	1,711	2,212	2,492	2,301	1,96
T30	[s]	01	1,731	1,582	1,572	2,143	2,334	2,173	1,86
		02	1,584	1,649	1,685	2,085	2,345	2,105	1,89
		03	1,646	1,55	1,622	2,092	2,397	2,196	1,86
		04	1,365	1,595	1,759	2,089	2,397	2,173	1,92
		05	1,711	1,676	1,695	2,169	2,32	2,175	1,93
		06	1,351	1,569	1,682	2,121	2,419	2,176	1,90
		07	1,676	1,71	1,767	2,123	2,345	2,185	1,95
		08	1,688	1,561	1,671	2,117	2,35	2,197	1,89
		09	1,735	1,695	1,738	2,146	2,463	2,192	1,94
		10	1,703	1,591	1,735	2,149	2,383	2,19	1,94
C80	[dB]	01	1,98	3,06	2,88	3,37	1,44	2,25	3,13
		02	5,09	1,9	4,4	2,08	1,97	3,03	3,24
		03	2,57	1,14	2,56	-0,43	-1,74	0,38	1,07
		04	-2,61	0,58	0,3	-0,64	-1,24	-0,83	-0,17
		05	-4,13	-1,92	-0,45	-2,69	-3,56	-3,16	-1,57
		06	-1,9	-4,08	-1,33	-3,04	-4,32	-4,1	-2,19
		07	-0,16	-1,48	-1,13	-2,29	-3,86	-3,46	-1,71
		08	-4,58	-3,69	-1,12	-4,25	-4,75	-4,24	-2,69
		09	-1,36	-5,28	-2,27	-3,06	-3,5	-3,38	-2,67
		10	-0,42	-4,12	0,22	-2,2	-3,08	-1,4	-0,99
D50	[-]	01	0,4	0,4	0,48	0,57	0,37	0,48	0,53
		02	0,62	0,36	0,67	0,5	0,46	0,54	0,59
		03	0,4	0,26	0,44	0,32	0,32	0,37	0,38
		04	0,19	0,45	0,41	0,31	0,3	0,33	0,36
		05	0,13	0,21	0,26	0,25	0,15	0,18	0,26
		06	0,25	0,13	0,15	0,18	0,11	0,15	0,17
		07	0,27	0,26	0,34	0,22	0,17	0,18	0,28
		08	0,12	0,12	0,29	0,17	0,1	0,12	0,23
		09	0,28	0,07	0,2	0,18	0,16	0,18	0,19
		10	0,35	0,2	0,39	0,29	0,26	0,3	0,34

Tabela B. 60. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S4 na Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo									
Fonte S4			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,21	1,33	1,552	2,047	2,255	2,079	1,80
		02	1,793	1,574	1,519	2,14	2,332	2,066	1,83
		03	1,999	1,798	1,855	2,168	2,302	2,235	2,01
		04	1,592	1,833	1,822	2,242	2,621	2,345	2,03
		05	2,358	1,744	1,7	2,25	2,483	2,348	1,98
		06	1,564	1,605	1,855	2,301	2,498	2,251	2,08
		07	1,547	1,446	1,448	2,024	2,199	1,865	1,74
		08	1,289	1,271	1,616	2,164	2,426	2,123	1,89
		09	2,361	1,524	1,702	2,083	2,438	2,207	1,89
		10	0,419	0,634	0,62	0,77	0,868	0,868	0,70
T30	[s]	01	1,719	1,614	1,667	2,129	2,357	2,153	1,90
		02	1,61	1,719	1,7	2,125	2,378	2,168	1,91
		03	1,729	1,619	1,626	2,154	2,374	2,199	1,89
		04	1,695	1,594	1,724	2,15	2,386	2,188	1,94
		05	1,566	1,753	1,807	2,108	2,334	2,152	1,96
		06	1,727	1,712	1,719	2,111	2,432	2,194	1,92
		07	1,718	1,657	1,759	2,106	2,323	2,135	1,93
		08	1,842	1,734	1,705	2,137	2,405	2,176	1,92
		09	1,666	1,615	1,645	2,162	2,395	2,186	1,90
		10	1,679	1,496	1,543	2,103	2,354	2,034	1,82
C80	[dB]	01	0,63	-2,91	-1,17	-2,91	-2,96	-0,92	-2,04
		02	0,19	-2,37	-1,2	-1,54	-0,75	0,31	-1,37
		03	-0,1	-2,22	-5,33	-2,46	-3,28	-3,39	-3,90
		04	-0,67	-1,76	-1,81	-3	-3,97	-2,62	-2,41
		05	-0,16	-2,13	-1,78	-2,9	-4,71	-3,66	-2,34
		06	0,69	-2,01	-1,96	-3,56	-4,47	-3,05	-2,76
		07	4,55	2,42	3,69	2,27	1,2	2,77	2,98
		08	2,12	-0,58	-0,16	0,23	-0,77	-0,49	0,04
		09	0,92	-3,9	-0,85	-1,77	-2,8	-2,28	-1,31
		10	11,92	10,76	11,37	10,45	9,51	9,84	10,91
D50	[-]	01	0,44	0,26	0,34	0,25	0,26	0,3	0,30
		02	0,4	0,32	0,32	0,29	0,35	0,4	0,31
		03	0,4	0,27	0,13	0,25	0,19	0,18	0,19
		04	0,2	0,12	0,23	0,24	0,2	0,23	0,24
		05	0,32	0,25	0,22	0,24	0,14	0,18	0,23
		06	0,24	0,18	0,29	0,19	0,16	0,18	0,24
		07	0,65	0,47	0,52	0,54	0,41	0,54	0,53
		08	0,33	0,16	0,39	0,43	0,35	0,34	0,41
		09	0,43	0,15	0,28	0,28	0,21	0,24	0,28
		10	0,9	0,87	0,9	0,87	0,86	0,86	0,89

Tabela B. 61. Valores de EDT, TR, C80 e D50 em função de frequência para o posicionamento de fonte S5 na Igreja de São Paulo Apóstolo.

São Paulo Apóstolo									
Fonte S5			Frequência [Hz]						
Parâmetro	Unidade	Posição	125	250	500	1000	2000	4000	Média entre 500 e 1000
EDT	[s]	01	1,7	1,689	1,788	2,079	2,452	2,253	1,93
		02	1,296	1,472	1,55	2,161	2,573	2,309	1,86
		03	1,69	1,887	1,808	2,247	2,371	2,213	2,03
		04	1,761	1,73	1,788	2,142	2,383	2,3	1,97
		05	2,09	1,736	1,868	2,13	2,536	2,199	2,00
		06	2,366	1,829	1,567	2,014	2,267	2,046	1,79
		07	1,76	1,674	1,825	2,214	2,351	2,24	2,02
		08	1,764	1,85	1,551	2,201	2,462	2,125	1,88
		09	1,89	1,51	1,775	1,972	2,37	2,109	1,87
		10	1,644	1,835	1,915	2,151	2,429	2,221	2,03
T30	[s]	01	1,558	1,635	1,691	2,132	2,353	2,169	1,91
		02	1,614	1,585	1,738	2,116	2,327	2,159	1,93
		03	1,636	1,542	1,58	2,132	2,383	2,206	1,86
		04	1,715	1,667	1,627	2,148	2,391	2,188	1,89
		05	1,823	1,613	1,657	2,139	2,368	2,13	1,90
		06	1,598	1,695	1,729	2,099	2,361	2,151	1,91
		07	1,614	1,685	1,719	2,17	2,375	2,152	1,94
		08	1,674	1,515	1,732	2,039	2,37	2,125	1,89
		09	1,616	1,628	1,592	2,061	2,256	2,037	1,83
		10	1,813	1,601	1,688	2,131	2,325	2,16	1,91
C80	[dB]	01	-3,78	-4,06	-1,32	-2,56	-2,84	-1,95	-1,94
		02	-0,97	-1,14	-0,46	-2,49	-2,87	-1,34	-1,48
		03	-0,17	-3	-2,11	-1,65	-2,9	-1,69	-1,88
		04	-1,99	-0,69	0,88	0,13	-2,34	-0,9	0,51
		05	0,14	3,82	3,17	2,32	1,61	4,01	2,75
		06	0,87	1,91	1,89	0,28	-1,05	0,09	1,09
		07	-1,81	-0,94	2,2	-0,76	-3,11	-1,54	0,72
		08	-2,78	0,86	2,84	0	0,77	0,34	1,42
		09	-1,05	-0,3	1,48	-0,68	-0,92	-0,9	0,40
		10	0,45	-2,68	0,08	-1,31	-3,9	-2,91	-0,62
D50	[-]	01	0,24	0,13	0,2	0,19	0,2	0,27	0,20
		02	0,38	0,29	0,34	0,24	0,25	0,32	0,29
		03	0,23	0,27	0,25	0,3	0,23	0,31	0,28
		04	0,24	0,39	0,48	0,44	0,32	0,41	0,46
		05	0,48	0,64	0,58	0,57	0,56	0,69	0,58
		06	0,33	0,32	0,44	0,41	0,35	0,41	0,43
		07	0,27	0,37	0,54	0,41	0,29	0,37	0,48
		08	0,25	0,51	0,55	0,43	0,48	0,47	0,49
		09	0,25	0,29	0,42	0,33	0,34	0,36	0,38
		10	0,31	0,22	0,33	0,31	0,19	0,25	0,32