

RECONSTRUÇÃO ACÚSTICA DA IGREJA SÃO MIGUEL ARCANJO DAS MISSÕES JESUÍTICAS

PACS: 43.55.Ka

Josiane Reschke Pires¹; Maria Fernanda de Oliveira Nunes¹; Jorge Viçoso Patrício²

¹ Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil - itt Performance - UNISINOS
Av. Unisinos, 950, 93022-000, São Leopoldo, Brasil, josianerp@unisinos.br; mariaon@unisinos.br

² Laboratório Nacional de Engenharia Civil – LNEC
Av. do Brasil, 101, 1700-066, Lisboa, Portugal, jpatricio@lnec.pt

ABSTRACT

The “Redução de São Miguel Arcanjo” is a part of the “Sete Povos das Missões” ruins, being a strong evidence of the Jesuit missions and the European Baroque from the Iberian Peninsula, also integrated into the southern Brazil indigenous culture. In this paper, the acoustic reconstruction of “Igreja de São Miguel Arcanjo” was done. This church had the beginning of its construction in 1735 and an interruption in 1745, due to the wars between Spanish and Portuguese for territory control and possession. Within the frame of the study, a comparison was done. For that, several possibilities for positioning the choir and changes in the parameters EDT, D50, C80 and STI have been analyzed, considering the liturgical organization reported in historical records.

RESUMO

A Redução de São Miguel Arcanjo integra um conjunto de ruínas dos Sete Povos das Missões, uma das principais marcas das missões Jesuíticas e do Barroco Europeu da Península Ibérica integrado à cultura indígena do sul do Brasil. Neste trabalho foi realizada a reconstrução acústica da igreja de São Miguel Arcanjo, a qual teve o início de sua construção em 1735 e interrupção em 1745, em função de guerras por disputa de território entre espanhóis e portugueses. Foram analisadas comparativamente diferentes hipóteses de posicionamento do coro e as respectivas alterações nos parâmetros EDT, D50, C80 e STI, considerando-se a organização litúrgica relatada em registros históricos.

1. INTRODUÇÃO

O programa evangelizador dos jesuítas na América do Sul incluiu a implantação de locais denominados Reduções Jesuíticas, compostos por espaços de moradias, de lazer e para o culto religioso, seguindo as tradições católicas europeias da época. A Igreja de São Miguel Arcanjo compunha uma das Reduções Jesuíticas na América do Sul, localizada no sul do Brasil, quando o território ainda era de domínio espanhol. Após diversas guerras e consequentes alterações de limites territoriais, a Redução de São Miguel passa a fazer parte do território brasileiro no início do século XIX (Figura 1) [1].

As Reduções Jesuíticas constituíam um espaço doutrinário de caráter sedentário, ou seja, aldeamentos onde os índios eram conduzidos aos bons costumes e à fé cristã. A Redução de São Miguel Arcanjo integra um conjunto de ruínas dos Sete Povos das Missões, uma das

principais marcas das Missões Jesuíticas e do barroco europeu da Península Ibérica integrado à cultura indígena do sul do Brasil.



Figura 1 – (a) Alterações nos limites do sul do Brasil; (b) Limites de cada Tratado; e (c) Localização do município de São Miguel das Missões no Rio Grande do Sul

Atualmente em ruínas, a Igreja de São Miguel Arcanjo era composta por três naves separadas entre si por uma sequência de sete arcos. O teto, em madeira, era em forma de abóbada com vigamentos aparentes, e o transepto era coberto por uma cúpula, sobre a qual existia um telhado de seis águas. Seus onze altares, um na capela-mor, quatro no cruzeiro e seis nas naves laterais, eram ornamentados com talha dourada e policromada, estatuária e pinturas (Figura 2) [2].

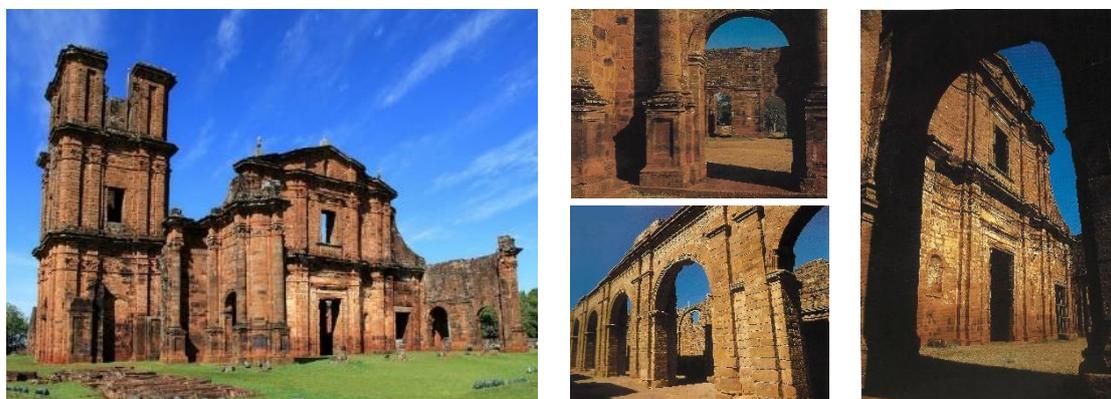


Figura 2 – Igreja de São Miguel das Missões: vistas externas e internas atuais das ruínas. [1]

A aldeia de São Miguel Arcanjo tornou-se ao longo dos anos a mais importante e populosa dos Sete Povos das Missões, chegando a ter quase sete mil pessoas. Contudo, atingido seu apogeu, as disputas entre Portugal, Espanha e as próprias Missões Jesuíticas, culminaram na Guerra Guaranítica, e a aldeia de São Miguel foi incendiada e despovoada em 1756 [3].

Após as guerras, a aldeia foi repovoada, e a igreja, após ter sua cobertura danificada por um incêndio, foi sumariamente restaurada, mas sem seguir os critérios de recuperação das características originais. Sendo assim, a cúpula, anteriormente de madeira, foi reerguida com tijolos e cal.

Um novo incêndio, ocasionado por um raio, ocorreu em 1789, sendo que, após a guerra ibérica por disputa de território, e a conquista da zona pelos portugueses, a igreja foi definitivamente abandonada. Outro raio a atingiu em 1886 e o telhado e a galilé desabaram [4]. Muitas das

pedras da Igreja foram removidas para serem utilizadas como material de construção e no início do século XIX a igreja foi completamente saqueada e o povoado abandonado. A recuperação das estruturas começou em 1925 e a igreja foi declarada patrimônio Mundial pela UNESCO em 1983 [3], [5].

A Igreja de São Miguel Arcanjo, obra do padre João Batista Primoli, foi traçada em estilo Barroco, com inspiração atribuída à Igreja de Gesù em Roma, e erguida em pedra arenito. Originalmente a Igreja era pintada de branco, utilizando-se a tabatinga, um barro esbranquiçado existente na região, e internamente era rica em ornamentos.

Em relação aos usos da Igreja de São Miguel Arcanjo, podem-se traçar algumas relações com os demais exemplares que correspondem ao mesmo período, pois a arquitetura da igreja cristã transformou seu layout conforme a forma e o uso do seu espaço de culto, concebido não apenas para o culto propriamente dito, mas também como lugar de memória, celebração e representação [6]. Ao longo do tempo, os templos passaram por intervenções efêmeras (tapetes, cortinas, stands, etc.), principalmente nos dois séculos do Barroco (séculos XVII e XVIII). Nestas ocasiões, a absorção sonora em igrejas e catedrais aumentou significativamente, contando ainda com a contribuição da presença de grande número de fiéis.

Desta forma, as diferenças nos tempos de reverberação (TR) são decorrentes do estilo arquitetônico da época, sendo que uma redução do TR foi constatada na época do barroco, devido ao aumento da ornamentação interna, com adornos em madeira entalhada e capelas laterais ricas em detalhes decorativos. Além desses fatores, o volume das igrejas construídas neste estilo foi reduzido, com a diminuição do pé direito e o encurtamento da nave [6]. Nessa época também ocorre uma significativa alteração da música e de gêneros musicais praticados nas igrejas, que contavam com a elevada reverberação interna para maior realismo e caráter original nos cultos.

Todas essas alterações também acarretaram variações no posicionamento da fonte sonora (uso da palavra ou cânticos), o que torna o estudo de espaços em ruínas bastante complexo. Além disso, a dificuldade em se encontrar dados específicos a respeito da forma de utilização do espaço e de algumas das suas características levaram a simplificações do processo para viabilizar estudos exploratórios.

Neste trabalho foi realizada a reconstrução acústica da Igreja de São Miguel Arcanjo, com análises comparativas de diferentes hipóteses de posicionamento do coro e as respectivas alterações nos parâmetros EDT, D50, C80 e STI, considerando-se a organização litúrgica relatada em registros históricos.

2. MÉTODO

O comportamento acústico do interior da Igreja de São Miguel Arcanjo foi realizado com software CATT- Acoustic v9.0c, para o cálculo de descritores acústicos, em bandas de oitava. Para a implementação do modelo 3D foram consideradas as fontes sonoras pertinentes, os receptores e a geometria da sala. As superfícies planas desse modelo foram caracterizadas por sua capacidade de absorver e dispersar a energia do som incidente, tendo como dados característicos os coeficientes de absorção e de espalhamento.

O coeficiente de espalhamento é dominante nas altas frequências, exceto para superfícies maiores que 10 m de extensão. Segundo Vorländer, detalhes com dimensões inferiores a 0,5 m são mais relevantes para estudos que incluem faixas de frequência com comprimento de onda de até 5 cm. Desta forma, as razões para se escolher uma faixa de frequências mais baixa seriam o conteúdo espectral predominante de fontes naturais acima de 7 kHz. [7]

Os coeficientes de espalhamento são definidos a partir de uma relação entre a área e a rugosidade da superfície exposta. Como um procedimento comum na simulação das catedrais, para as superfícies lisas e pouco decoradas, são atribuídos coeficientes de espalhamento que variam de 0,12, na banda de 125 Hz, até 0,17, na banda 4000 Hz, que incluem um aumento linear de 0,01. Para as superfícies decorativas são atribuídos coeficientes mais elevados, que variam linearmente de 0,20, na banda de 125 Hz, a 0,40, na banda de 4000 Hz. Para demais elementos como, por exemplo, grandes esculturas e abóbadas são atribuídos valores entre 0,30, na banda de 125 Hz, até 0,80, na banda de 4000 Hz. [7], [8]

Conforme mencionado anteriormente, a Igreja de São Miguel da Missões passou por significativas alterações em seu interior. Para este estudo, foram adotadas as considerações registradas por Meira [3], Machado [5] e Rodrigues [4], que indicam que, antes da missa, as crianças cantavam no átrio em filas separadas por gênero, e depois entravam na igreja pelas portas principais. A nave central era ocupada pelas autoridades civis e atrás ficavam os rapazes e, aproximadamente dois metros atrás tanto na nave central com nas naves laterais, postavam-se as mulheres.

Desta forma, os locais de posicionamento do coro considerados foram: no altar como um coro de orações, no altar como um coral, no mezanino e no átrio na porta de entrada principal, conforme a seguir.

- Organização litúrgica A: posicionamento do sacerdote e demais assistentes no altar principal durante a missa em atividade de fala.
- Organização litúrgica B: posicionamento do coral no altar principal em atividade de canto.
- Organização litúrgica C: posicionamento do coral no mezanino acima da entrada.
- Organização litúrgica D: posicionamento das crianças no átrio em filas.

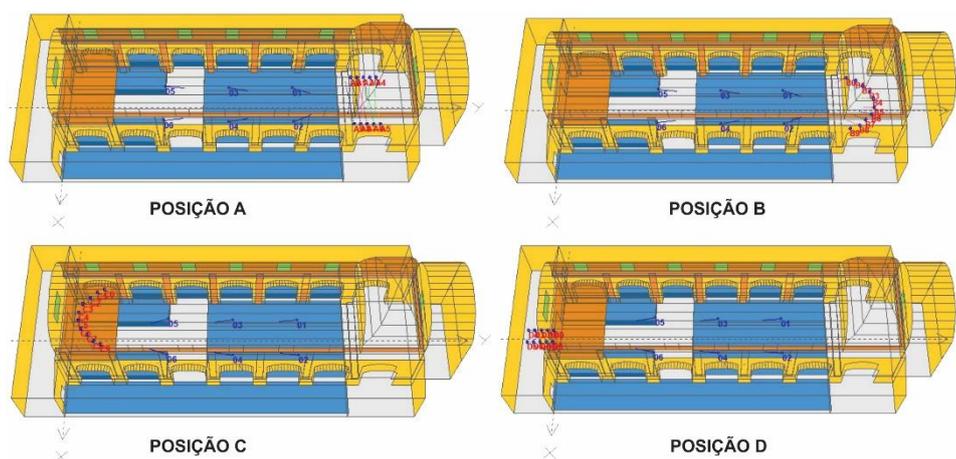


Figura 3 – Modelo 3D utilizado na simulação dos parâmetros sonoros na Igreja de São Miguel Arcanjo com as diferentes posições do coro.

Os coeficientes de absorção “ α ” e de espalhamento “ s ” utilizados neste estudo são expostos na Tabela 1.

Tabela 1 – Coeficientes de absorção α e de espalhamento s , por banda de frequências, utilizados no estudo.

Material	Coeficientes	Bandas de frequência (Hz)					
		125	250	500	1000	2000	4000
Audiência superfície superior	α	50	60	70	80	80	80
	s	50	55	60	65	70	75
Audiência superfície lateral	α	50	60	70	80	80	80
	s	50	55	60	65	70	75
Madeira da cobertura	α	18	12	10	8	7	7
	s	30	40	50	60	70	80
Argamassa nas superfícies > 10 m	α	6	6	6	8	9	10
	s	12	13	14	15	16	17
Argamassa nas superfícies < 10 m	α	6	6	6	8	9	10
	s	20	24	26	32	36	40
Madeira das janelas	α	20	15	10	8	7	7
	s	20	25	30	35	40	45
Argamassa do piso	α	1	3	5	2	2	2
	s	12	26	39	53	66	80

As alturas definidas para este estudo foram de 1,20 m para os ouvintes, 1,70 m para os emissores adultos e 1,0 m para os emissores infantis.

3. RESULTADOS

As Figuras 4 e 5 apresentam o mapeamento dos parâmetros C80 e STI a 1 kHz para as quatro posições do coro. O parâmetro C80, que caracteriza os espaços com atividades musicais, apresentou faixas amplas de variação com valores entre 9 dB e -9 dB para o posicionamento das fontes sonoras na porta de entrada principal e de 5 dB a -6 dB para o posicionamento do coro no mezanino, também localizado na entrada da Igreja.

Em relação ao parâmetro C80, as posições com os menores valores positivos, correspondem a uma distribuição decorrente da emissão sonora na direção do eixo longitudinal da Igreja de São Miguel Arcanjo. Nas áreas com visibilidade limitada, nas naves laterais, são encontrados os menores valores de C80 (Figura 4).

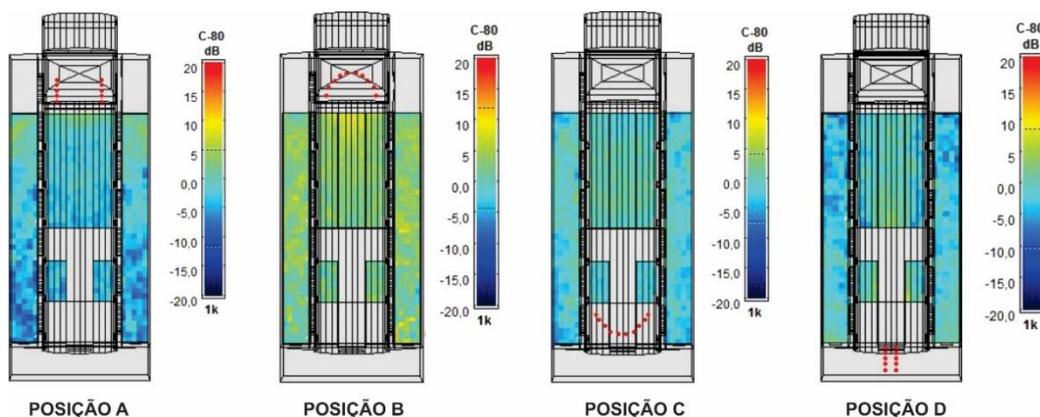


Figura 4 – Simulação de C80 a 1 kHz para as quatro posições do coro.

O índice STI, que caracteriza a percepção da palavra e indica se um determinado som será entendido com o mínimo de distorção possível, também apresentou maior distinção o posicionamento do coro no mezanino. (Figura 5)

Os resultados de STI apresentaram maior relação com a influência das superfícies de reflexão e o direcionamento do som. Sendo que, com o coro localizado no mezanino, a possibilidade de distorção das informações verbais é maior. Em nenhuma das hipóteses de localização do coro o STI alcança valores que possam caracterizar uma elevada qualidade na inteligibilidade, sendo os melhores valores estimados para a posição do coro no altar principal, para as primeiras fileiras.

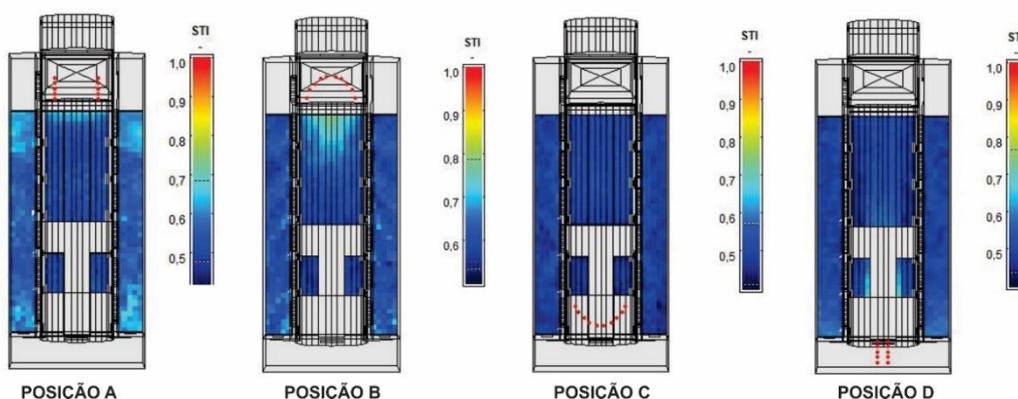


Figura 5 – Simulação de STI para as quatro posições do coro.

O parâmetro D50 é mais adequado para a localização do coro no altar principal, nas primeiras fileiras, destinadas às autoridades. No entanto, a definição sonora indicada por esse parâmetro é evidenciada nas últimas fileiras na situação de entrada das crianças. (Figura 6)

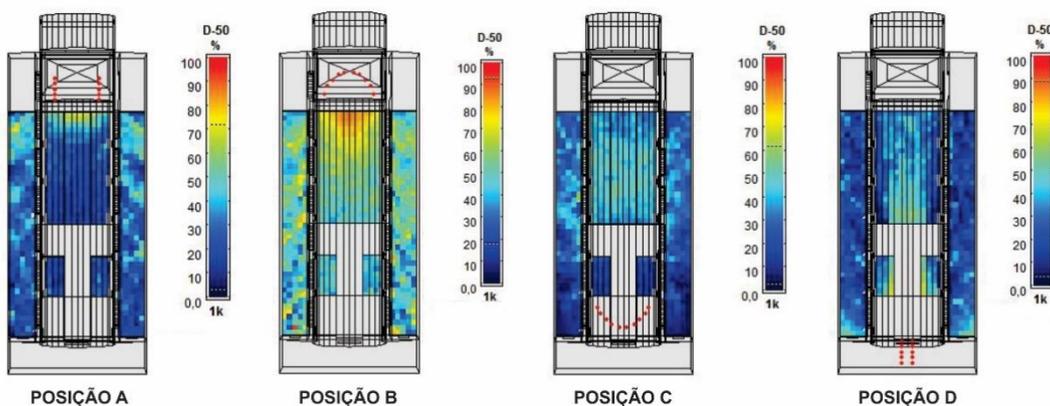


Figura 6 – Simulação de D50 a 1 kHz para as quatro posições do coro.

O parâmetro EDT tem uma forte correlação com a sensação subjetiva da reverberação e é usado como o principal descritor da reverberação em espaços litúrgicos. Nas análises na banda de frequência de 1 kHz há o aumento faixa de variação do EDT para o coro localizado no mezanino

em relação às outras hipóteses de posicionamento do coro assumidas para este estudo. (Figura 7)

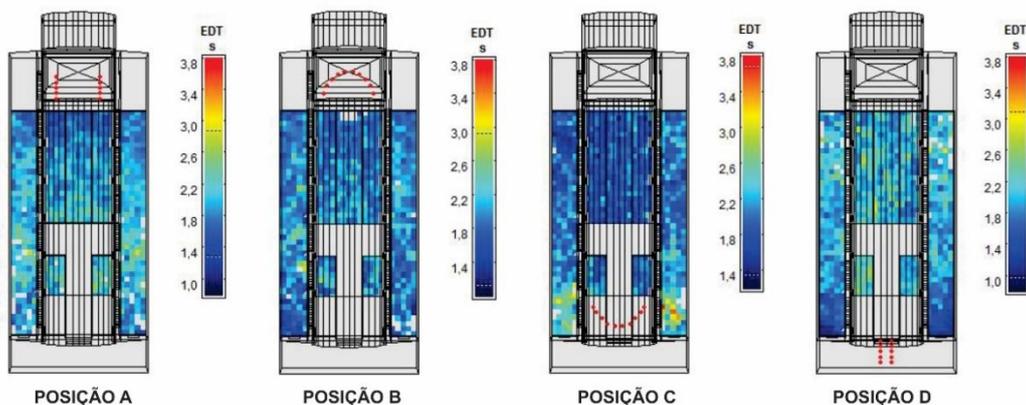


Figura 7 – Simulação de EDT a 1 kHz para as quatro posições do coro.

Comparando-se os resultados da “Posição A”, o parâmetro C80 apresenta maior clareza tanto na nave central quanto nas naves laterais, próximo ao altar. Contudo, o STI, assim como o D50, é maior nas naves laterais e na área das autoridades em frente ao altar que na nave central. Nesta posição de coro, o EDT concentra-se ao final do recinto, na área ocupada pelas mulheres. A “Posição A” refere-se ao ato litúrgico, realizado em latim, e nas primeiras fileiras localizavam-se as autoridades que compreendiam o latim. A simulação indica que os valores obtidos de definição, clareza e inteligibilidade da fala são aceitáveis, mas não ideais, para o uso. Assim, como na “Posição A”, a clareza do som apresenta-se uniforme na “Posição B”, as naves laterais apresentam redução da clareza, quando comparadas à nave central. A “Posição B” também apresenta maior definição do som, principalmente nas primeiras fileiras de ouvintes da nave central.

Já “Posição C” é caracterizada pela fonte estar localizada no mezanino. Possivelmente, este fato esclarece os valores reduzidos de definição, clareza e inteligibilidade quando comparado as demais posições. O aumento da percepção da reverberação nesta posição pode ser considerado adequado, devido a sua importância para as atividades musicais.

O local destinado à ocupação das mulheres, espaço sobreposto pelo mezanino, apresentou melhores indicativos de qualidade acústica para a posição do coro na porta principal da Igreja (Figura 8).

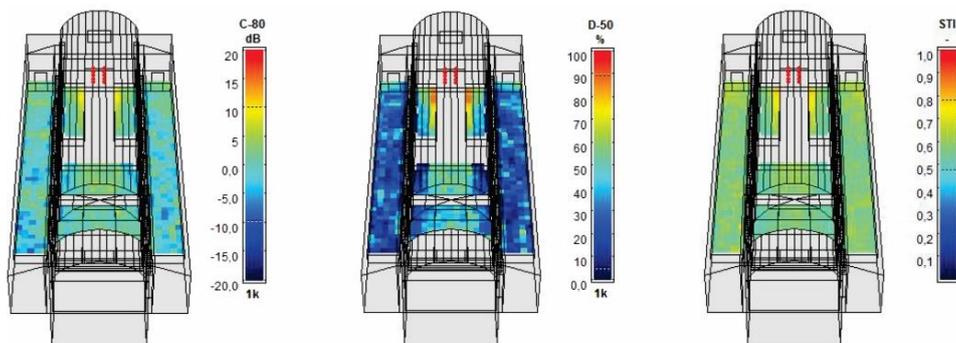


Figura 8 – Simulação dos parâmetros C80, D50 e STI para a posição da D da fonte sonora.

Nas posições de coral, clareza, inteligibilidade e definição do som são maiores quanto mais perto da fonte sonora está localizado o ouvinte. As áreas onde estariam localizadas as mulheres apresentam menor inteligibilidade do som e nos demais quesitos, clareza e definição, tanto esta área quanto a dos homens possuem valores semelhantes.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em função do estado atual de ruína da Igreja de São Miguel Arcanjo, além das significativas alterações formais e nos revestimentos internos, especialmente na cobertura, as análises possíveis são realizadas com base em simulações e estimativas fundamentadas em registros históricos.

No período barroco, as necessidades acústicas da igreja cristã eram diversas às atuais necessidades. O entendimento literal da palavra era praticamente desnecessário, salvo às primeiras fileiras de ouvintes. Já a dramaticidade e teatralidade nesses recintos eram valorizadas.

A Igreja apresentava baixa inteligibilidade, clareza e definição do som falado ou musical nas áreas destinadas às mulheres e aos homens de baixa hierarquia social. Contudo, apresenta uma adequada percepção sonora nas áreas onde os ouvintes eram caracterizados por autoridades civis. O posicionamento do coro que melhor atendeu os critérios de qualidade acústica foi no altar, tanto como coro quanto como espaço litúrgico, sabendo-se que este espaço é de maior hierarquia nos cultos católicos e o mais utilizado dentro da Igreja como espaço de posicionamento de emissores sonoros.

Na análise comparativa dos parâmetros acústicos para quatro diferentes hipóteses de posicionamento do coro da Igreja de São Miguel Arcanjo ficou evidenciado que a hierarquia social utilizada para a ocupação das naves central e laterais também corresponde a diferentes níveis de percepção sonora. Nos espaços destinados às autoridades civis, na nave central próximo ao altar, os parâmetros que indicam a qualidade na comunicação verbal são melhores, pois nesses casos o coro estaria posicionado no altar principal. Para as hipóteses de posicionamento do coro mais relacionado às atividades musicais, no mezanino e na porta principal, é estimado que o local destinado às mulheres apresente maior qualidade acústica para a percepção do som.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. Coronel: *O Legado das Missões*. São Miguel das Missões. Prefeitura de São Miguel das Missões, 2000.
- [2] L. Costa: *Arquitetura dos Jesuítas no Brasil*. *Rev. do Serviço do Patrimônio Histórico e Artístico Nac.*, no. 5, pp. 105–169, 1941.
- [3] A. L. G. Meira: *O patrimônio histórico e artístico nacional no Rio Grande do Sul no século XX: atribuição de valores e critérios de intervenção*. UFRGS, 2008.
- [4] P. N. Rodrigues: *Caracterização das argamassas históricas da ruína de São Miguel Arcanjo/RS*. UFSM, 2013.
- [5] J. da R. Machado: *Povoado missionário: cenografia do Barroco a igreja o teatro e a vida*. PUC RS, 2007.
- [6] L. L. Henrique: *Acústica musical*. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 2007.
- [7] M. Vorländer: *Auralization: Fundamentals of Acoustics, Modelling, Simulation, Algorithms and Acoustic Virtual Reality*. Berlin: Springer-Verlag, 2008.
- [8] L. Álvarez-Morales, T. Zamarreño, S. Girón, and M. Galindo: *A methodology for the study of the acoustic environment of Catholic cathedrals: Application to the Cathedral of Malaga*. *Build. Environ.*, vol. 72, pp. 102–115, 2014.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem pelo apoio financeiro:

- À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS; e
- Ao Instituto Tecnológico em Desempenho e Construção Civil – itt PERFORMANCE da UNISINOS.