XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Avaliação de condições acústicas em templo católico de formato não convencional: estudo de caso na Igreja Matriz de São Lucas, em Maceió-AL

Evaluación de las condiciones acústicas en un templo católico de formato no convencional: un estudio de caso en la Inglesia Matriz de São Lucas, en Maceió-AL

Evaluation of acoustic conditions in a Catholic temple of unconventional format: a case study in the Mother Church of São Lucas, in Maceió-AL

Acústica Arquitetônica e Urbana/ *Acústica arquitectónica y urbana/ Architectural and urban acoustics*

Bezerra, Ana Regina Soares
Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil,
anarsbezerra@gmail.com

Oiticica, Maria Lúcia Gondim da Rosa

Doutora em Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Brasil,
lucia.oticica@fau.ufal.br

Resumo

A avaliação acústica da Igreja Matriz da Paróquia São Lucas pretende investigar se esta igreja, que possui um formato pouco convencional para templos católicos, possui condições de conforto acústico adequadas para a realização de suas atividades. O objetivo deste trabalho consiste em analisar acusticamente a Igreja de São Lucas, bem como discutir e propor soluções adequadas para a melhoria da qualidade sonora do ambiente. O presente trabalho realiza um estudo acerca da arquitetura sacra e da acústica arquitetônica para fundamentar a análise dos dados levantados da igreja, que envolvem aspectos físicos, como forma e volume da edificação, e aspectos acústicos, como níveis de pressão sonora e propriedades acústicas dos materiais de acabamento. A partir dos resultados, poderão ser discutidas as vantagens e desvantagens do ambiente referentes ao conforto acústico, bem como apontar soluções aplicáveis para os problemas encontrados.

Palavras-chave: Acústica de igrejas. Acústica arquitetônica. Arquitetura sacra.

Resumen

La evaluación acústica de la Iglesia Parroquial de San Lucas pretende investigar si esta iglesia, que tiene un formato poco convencional para los templos católicos, dispone de condiciones de confort acústico adecuadas para el desarrollo de sus actividades. El objetivo de esta investigación es analizar acústicamente la Iglesia de San Lucas, así como debatir y proponer soluciones adecuadas para mejorar la calidad sonora del ambiente. Este estudio se centra en la arquitectura sagrada y la acústica arquitectónica con el fin de analizar los datos recogidos en la iglesia, que incluyen aspectos físicos como la forma y el volumen del edificio, y aspectos acústicos como los niveles de presión sonora y las propiedades acústicas de los materiales de acabado. A partir de los resultados, se pueden discutir las ventajas e inconvenientes del entorno en términos de confort acústico, así como señalar soluciones aplicables a los problemas encontrados.

Palabras clave: Acústica de iglesias. Acústica arquitectónica. Arquitectura sagrada.

Abstract

The acoustic evaluation of the Mother Church of São Lucas aims to investigate if this church, which has an unconventional format for Catholic churches, has appropriate acoustic comfort conditions for carrying out its activities. The purpose of this research is to assess the acoustics of the Church of São Lucas, while also discussing and proposing appropriate solutions to enhance the sound quality of the space. This paper studies sacred architecture and architectural acoustics to support the analysis of the data collected from the church, which involves physical aspects, such as shape and volume, and acoustic aspects, including sound pressure levels and acoustics properties of the finishing materials. Based on the results, the acoustic advantages and disadvantages of the environment are discussed, as well as pointing out applicable solutions for any issues found.

Keywords: Churches acoustics. Architectural acoustics. Sacred architecture.

Resumo expandido

Introdução

Desde as civilizações mais antigas os espaços sagrados são entendidos como locais de comunicação entre o humano e o divino (Lucena, 2022). No caso da Igreja Católica Apostólica Romana, os templos são referências de suas respectivas épocas, não apenas para a religião, como apontado por Silva (2023), mas também para a arquitetura, que encontra nos templos católicos exemplos dos mais diversos estilos arquitetônicos.

A arquitetura na Igreja Católica possui uma forte ligação com as atividades litúrgicas, sobretudo a celebração da Santa Missa, considerada o ápice da expressão do catolicismo (Ferreira, 2020). Assim como o ritual da missa sofreu alterações significativas após o Concílio Vaticano II (1962-65), a arquitetura das igrejas católicas teve que adequar-se à nova liturgia. Com isso, a acústica do espaço foi afetada, pois os novos rituais trouxeram mudanças quanto ao uso do canto e da fala durante a missa.

Os novos templos católicos possuem diversos formatos, refletindo o tempo e a cultura sob os quais são construídos (Lucena, 2022). Apesar da liberdade formal, os ritos litúrgicos da missa são padronizados, logo, toda igreja precisa possuir desempenho acústico adequado para a boa compreensão da fala e desempenho musical (Botazzini, 2007). Portanto, há uma preocupação quanto a qualidade acústica destes templos, que está diretamente ligada à sua geometria interna (Carvalho, 2010).

A escolha da Igreja Matriz da Paróquia São Lucas, no bairro de Mangabeiras, em Maceió-AL, para a realização do estudo acústico se deu, a princípio, devido a sua volumetria piramidal e irregular (Figura 01). Sua localização a torna relevante por corresponder não só a uma das principais vias públicas da cidade, a Avenida Dona Constança de Góes Monteiro, como também a um dos principais espaços públicos de lazer, que é o Corredor Vera Arruda (Figura 02).

Figura 1 e 2: Maquete virtual em perspectiva da Igreja Matriz de São Lucas e mapa de localização.



Fonte: Elaboração autoral, 2024.



Fonte: Google Maps, 2024 (adaptado)

Materiais e métodos

A pesquisa foi iniciada a partir de uma revisão teórica sobre acústica arquitetônica, acústica em templos religiosos, arquitetura sacra e normas estabelecidas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) quanto aos valores de referência para avaliação dos níveis de pressão sonora e tempo ótimo de reverberação. Foram levantados os dados físicos e acústicos da igreja a partir de registros *in loco* para geração dos desenhos arquitetônicos da igreja e identificação dos coeficientes de absorção acústica. O tempo de reverberação foi calculado a partir da fórmula de Sabine (Valle,2009), utilizando os coeficientes encontrados no levantamento de dados. O estudo da geometria acústica foi realizado a partir do desenvolvimento de diagramas de raio, método descrito por Egan (2000) no qual as trajetórias das ondas sonoras e suas reflexões são desenhadas sobre os desenhos arquitetônicos do espaço.

Resultados preliminares

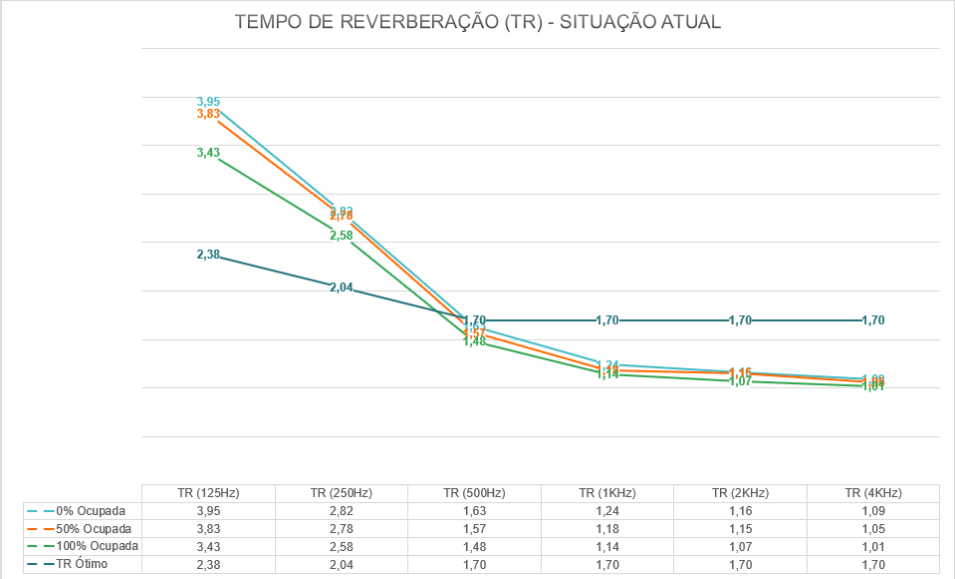
A Tabela 01 apresenta os coeficientes de absorção da igreja para o cálculo do Tempo de Reverberação. Os resultados estão representados no Gráfico 01.

Tabela 01: Coeficientes de absorção acústica da Igreja de São Lucas

MATERIAL	S(m²)	α (125 Hz)	α (250 Hz)	α (500 Hz)	α (1K Hz)	α (2K Hz)	α (4K Hz)	S x α (125Hz)	S x α (250Hz)	S x α (500Hz)	S x α (1KHz)	S x α (2KHz)	S x α (4K Hz)
PAREDES													
Mármore Bege Bahia	32,00	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,32	0,32	0,32	0,32	0,64	0,64
Pedra São Tomé	20,86	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,21	0,21	0,21	0,42	0,42	0,42
Granito	15,51	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,16	0,16	0,16	0,16	0,31	0,31
Parede de alvenaria pintada	199,96	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	2,00	2,00	4,00	4,00	4,00	4,00
Esquadrias de vidro comum	44,10	0,10	0,10	0,04	0,04	0,02	0,02	4,41	4,41	1,76	1,76	0,88	0,88
Divisória de gesso acartonado	140,48	0,29	0,29	0,05	0,05	0,07	0,09	40,74	40,74	7,02	7,02	9,83	12,64
Painel de vidro texturizado	33,28	0,18	0,06	0,04	0,03	0,02	0,02	5,99	2,00	1,33	1,00	0,67	0,67
PISO													
Porcelanato	318,88	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	3,19	3,19	3,19	6,38	6,38	6,38
Granito	50,9	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,51	0,51	0,51	0,51	1,02	1,02
TETO													
Jateamento de celulose	359,55	0,11	0,24	0,65	0,87	0,93	0,99	39,55	86,29	233,71	312,81	334,38	355,95
Laje de concreto	19,88	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,20	0,20	0,20	0,40	0,40	0,40
OUTROS													
Banco de madeira	83,72	0,1	0,1	0,05	0,05	0,04	0,04	8,37	8,37	4,19	4,19	3,35	3,35
Assentos de metal estofados	6,75	0,13	0,13	0,15	0,15	0,07	0,07	0,88	0,88	1,01	1,01	0,47	0,47
Pessoa sentada (banco) 50%	41,86	0,28	0,25	0,35	0,38	0,38	0,35	11,72	10,47	14,65	15,91	15,91	14,65
Pessoa sentada (banco) 100%	83,72	0,28	0,25	0,35	0,38	0,38	0,35	23,44	20,93	29,30	31,81	31,81	29,30
Pessoa sentada (assentos) 50%	3,37	0,3	0,35	0,42	0,46	0,39	0,35	1,01	1,18	1,42	1,55	1,31	1,18
Pessoa sentada (assentos) 100%	6,75	0,3	0,35	0,42	0,46	0,39	0,35	2,03	2,36	2,84	3,11	2,63	2,36
ΣSα (0% Ocup.)								**106,52**	**149,27**	**257,60**	**339,97**	**362,74**	**387,13**
ΣSα (50% Ocup.)								**110,00**	**151,66**	**268,47**	**357,43**	**365,43**	**399,14**
ΣSα (100% Ocup.)								**122,74**	**163,31**	**284,54**	**369,69**	**393,37**	**414,97**

Fonte: Elaboração autoral, 2025

Gráficos 01: Tempo de reverberação da Igreja de São Lucas em situação atual (sem tratamento acústico)



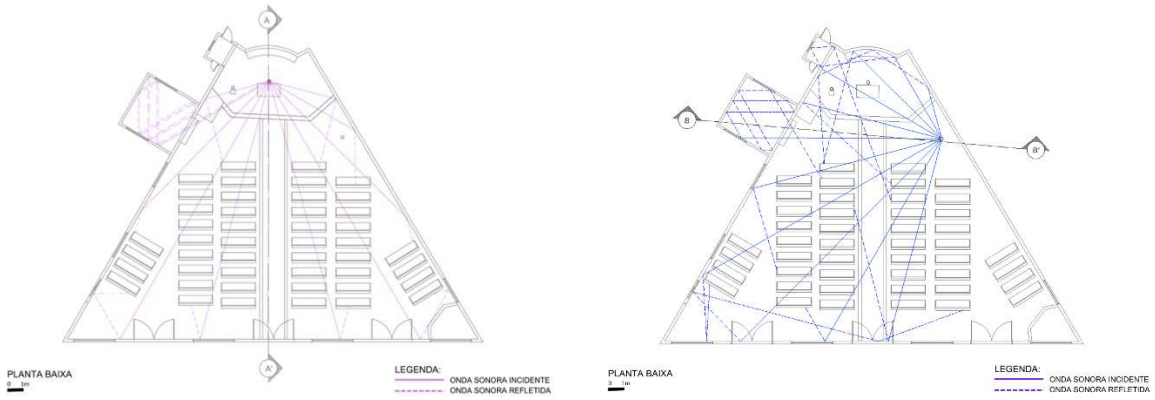
	TR (125Hz)	TR (250Hz)	TR (500Hz)	TR (1KHz)	TR (2KHz)	TR (4KHz)
0% Ocupada	3,95	2,82	1,63	1,24	1,16	1,09
50% Ocupada	3,83	2,78	1,57	1,18	1,15	1,05
100% Ocupada	3,43	2,58	1,48	1,14	1,07	1,01
TR Ótimo	2,38	2,04	1,70	1,70	1,70	1,70

Fonte: Elaboração autoral, 2025

De acordo com a NBR 12179 (ABNT, 1992) o tempo ótimo de reverberação para a Igreja de São Lucas, que possui cerca de 2615m³, seria de 1,7s a 500Hz. O gráfico mostra que a igreja está menos reverberante do que o ideal, além de possuir uma reverberação excessiva de frequências graves (125Hz e 250Hz).

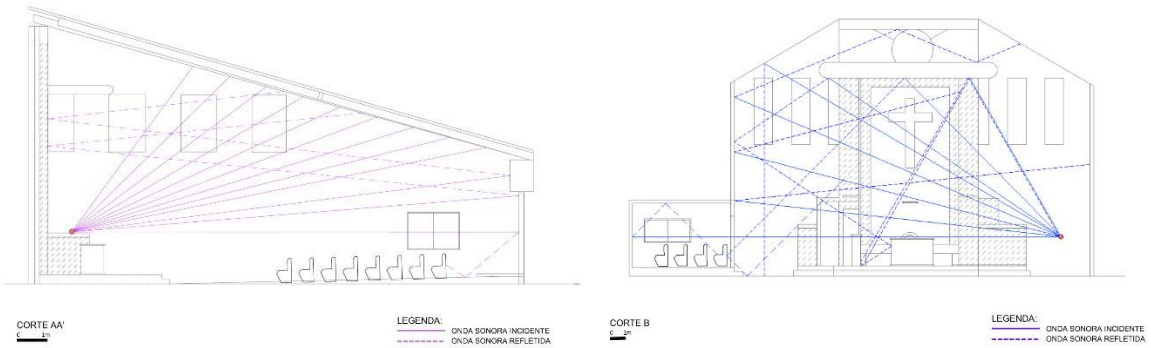
A respeito da geometria acústica, os diagramas foram realizados considerando a posição do celebrante no presbitério (Figura 03) e do músico na nave (Figura 04). A Figura 05 apresenta os diagramas vistos tem corte.

Figuras 03 e 04: Planta baixa com geometria acústica na Igreja de São Lucas das vozes do celebrante (à esquerda) e do músico (à direita)



Fonte: Elaboração autoral, 2025

Figuras 05 e 06: Corte com geometria acústica na Igreja de São Lucas da voz do celebrante (à esquerda) e do músico (à direita)



Fonte: Elaboração autoral, 2025

As figuras mostram que a forma das paredes favorece o direcionamento da voz do celebrante para os assentos dos fiéis na nave, entretanto, a posição do músico cria reflexões difusas que não atingem todos os assentos. Ademais, nota-se a formação de repetidas reflexões dentro da capela, anexa ao lado esquerdo da nave. Os cortes mostram que a coberta de jateamento de celulose impede a reflexão da voz do celebrante para a nave, e devido a posição do músico, sua voz é refletida para as paredes, e não para os fiéis.

Conclusão

O tempo de reverberação encontrado, aliado ao estudo da geometria acústica da igreja, demonstra que há a necessidade de aplicação de materiais refletores no teto da igreja, para direcionar o som da voz do celebrante para a nave, porém deve ser feito um controle da reverberação de sons mais graves. Além disso, seria necessário aplicar materiais absorvedores na capela e na parede oposta ao presbitério, para evitar reflexões indesejadas. Os diagramas elaborados também mostram que há vantagens no formato da igreja com relação ao comportamento das ondas sonoras devido a inclinação das paredes e teto. Espera-se que, ao decorrer da pesquisa, seja possível identificar a correta distribuição de materiais refletores e absorvedores para realização do tratamento acústico da igreja e obter dados quanto aos níveis de pressão sonora internos e externos, a fim de investigar qual a situação da Igreja de São Lucas quanto ao isolamento acústico e geração de ruído na vizinhança.

Referências

Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 12179:** Tratamento acústica de recintos fechados. Rio de Janeiro, 1992.

Botazzini, Marcelo Carvalho. **Igreja setecentistas mineiras**: a influência das características arquitetônicas na qualidade acústica. Trabalho de Conclusão de Curso (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo, 2007.

Carvalho, Régio Paniago. **Acústica Arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2006.

Egan, M. David. **Architectural acoustics workbook.** Lincoln, Massachusetts, EUA, 2000.

Ferreira, Hugo Leonardo Cavalcante. **A questão da qualidade da música sacra na Igreja Católica:** precedents históricos e perspectivas em Maceió. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura) – Instituto de Ciências Humanas, Comunicação e Artes, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2020.

Lucena, Juliana Dutra. **A arquitetura do espaço sagrado católico:** as diretrizes do Concílio Vaticano II e o caso da Igreja Nossa Senhora de Fátima, João Pessoa-PB. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Centro de Tecnologia – Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa, 2022.

Oliveira, Jossandra Rodrigues. **Qualidade acústica em igrejas:** relação entre o tratamento acústico e a eletroacústica. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2013.

Silva, Carlos Henrique Olimpio. **Arquitetura sacra:** proposta de estudo preliminar da Igreja Matriz da Paróquia Nossa Senhora da Conceição em Arapiraca, AL. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas. Arapiraca, 2023.

Valle, Sólon do. **Manual prático de acústica.** Rio de Janeiro: Editora Música & Tecnologia, 2009.