



ANÁLISE DA QUALIDADE ACÚSTICA EM TEMPLOS RELIGIOSOS - ESTUDO DE CASO

(1) SANTOS, Renata Oliveira dos; (2) OITICICA, Maria Lúcia Gondim da Rosa

(1) Acadêmica de Arquitetura e Urbanismo / UFAL – E-mail: re_nata_oliveira@hotmail.com

(2) GECA – Grupo de Estudos em Conforto Ambiental / UFAL – Universidade Federal de Alagoas / CTEC – Centro de Tecnologia / Departamento de Arquitetura e Urbanismo; Campus A. C. Simões, BR-104 – Norte, Km 97, Tabuleiro do Martins – Maceió-AL, CEP: 57072-970.

Telefone: (82) 3201324 – E-mail: mloiticica@hotmail.com

RESUMO

A finalidade deste trabalho é avaliar a qualidade acústica em templos religiosos na Cidade de Maceió-AL. A pesquisa foi realizada em seis templos cristãos distintos: Batista, Católica e Evangélica, já que os mesmos têm conceitos arquitetônicos e celebrações diferenciadas. Em todos os templos foram realizados os seguintes procedimentos: cálculo do tempo de reverberação ótimo existente comparando com o ideal; medição do ruído de fundo no interior da edificação que foi realizado em duas etapas: com e sem celebração. Diante disso notou-se que os templos apresentam níveis acústicos fora dos padrões requeridos pelas normas, resultando na má qualidade sonora, conseqüentemente não havendo uma boa compreensão por parte dos fiéis.

ABSTRACT

The purpose of this work is to evaluate the quality acoustics in religious temples in the City of Maceió-AL. The research was carried through six distinct Christian temples: Baptist, Catholic and Protestant, since the same ones get concepts architectural and differentiated celebrations. In all the temples had been carried through the following procedures: calculation of the time of existing excellent reverberation comparing with the ideal; measurement of the noise of deep in the interior of the construction that was carried through in two stages: with and without celebration. Ahead of this it was noticed that the temples present acoustic levels are out the standards required for the norms, resulting in the bad sonorous quality, consequently not having a good understanding on the part of the users offices.

1. INTRODUÇÃO

A partir de levantamentos constatou-se que ultimamente há um crescente número de templos religiosos por todo o Brasil (Folha On-line, 2003) tendo sido questionado se nesses templos há uma preocupação com relação à audibilidade apropriada para esse recinto.

Nos templos estudados constatou-se que há um sério problema acústico, refletindo na má qualidade da inteligibilidade por parte dos ouvintes. Isso ocorre devido a uma perturbação gerada entre os sons emitidos: pela platéia; pelo locutor (pastores e padres) e principalmente pela relativa interferência dos ruídos externos sofridos por estes recintos, já que todos os templos estão localizados em vias de tráfego constante de pessoas e de veículos. Com esse agravante, os templos, em sua maioria, recorrem à instalação de amplificadores de som em seu interior. Sem o devido cuidado na sua utilização e

distribuição torna-se preocupante a acústica arquitetônica dos ambientes acarretando e ruídos intensos, tanto para os fiéis como para a vizinhança.

O termo ruído é alvo de críticas já que por definição o mesmo significa sons desarmônicos desagradáveis, embora se saiba que estes sons, como por exemplo, a música, está sujeita a interpretações individuais e podem levar ao comprometimento da saúde do indivíduo, ocasionando a surdez. (COIMBRA, 2003).

De acordo com as Normas Brasileiras, a análise do ambiente é estudada a partir dos fatores do tempo de reverberação ótimo e do nível do ruído interno. Visando as Normas NBR-10151:1987, constatou-se que a tolerância adotada para Igrejas e Templos (cultos meditativos) é de 40 – 50 dB (A), assim como a NBR-10152:1999 menciona os procedimentos para a avaliação do ruído em áreas habitadas visando o conforto da comunidade. A preocupação desta norma implica na atenção em que estes templos têm que ter também com o seu entorno, pois muitos chegam a níveis de ruídos internos altíssimos por conta dos seus equipamentos eletroacústicos, e nenhuma preocupação é dada através de estratégias arquitetônicas para o isolamento acústico.

Para o desenvolvimento do trabalho foram escolhidos templos de distintas congregações – por motivos éticos seus respectivos nomes serão preservados. Foram selecionados templos com características semelhantes, como, por exemplo, aberturas para ventilação natural e com pé-direito no mínimo duplo. Pretende-se, dessa forma, avaliar se os materiais, em tipo e quantidade, são suficientes para seguir o padrão de reverberação e a intensidade do ruído, a fim de verificar a qualidade acústica.

2. ACÚSTICA EM IGREJAS

A acústica é a ciência que estuda a produção, transmissão e efeitos do som; lida com sons dentro e ao redor de construções de todos os tipos. Um bom projeto acústico assegura a distribuição eficiente dos sons desejáveis assim como a exclusão dos sons indesejáveis. Ela deve ser cuidadosamente estudada objetivando uma boa funcionalidade, onde todos os detalhes deverão ter uma razão de ser, a fim de se evitar o emprego de materiais supérfluos, para proporcionar o controle da reverberação. Tal projeto é necessário ser aplicado em cinemas, auditórios, igrejas e salas de aula, onde a aplicação desses conhecimentos fundamentais assegura a eliminação dos ruídos nocivos nas construções, corrigindo as condições acústicas.

Os sons dos templos religiosos geralmente são confusos, mas isso não é simplesmente porque a suas dimensões são obrigatoriamente muito grandes ou que houve erro no cálculo do tempo de reverberação ótimo (ideal). Afinal nossos antepassados seguiam certas regras específicas bem ditadas pelo aspecto religioso na construção dos templos, pois havia uma certa preocupação com as áreas órgão e o coro, requerendo um espaço para a utilização da música; o altar deve promover condições ótimas para o serviço falado; a nave e o transepto requerem propriedades de ambientes para o ouvido tanto o sermão quanto para música; e todo os espaços da igreja necessitam que seus arredores sejam calmos para que conduzam a uma meditação e prece sem distúrbios; Diante disso justificando suas grandes dimensões e, com isso, obtendo propositadamente um tempo de reverberação muito alto para que a fala dos sacerdotes e o canto dos corais soassem como algo grandioso, vindo dos céus divino.

Para cada local projetado existe um tipo de preocupação que trará o resultado desejável. Assim, para os templos religiosos, a questão acústica é tratada de maneira diferente, de acordo com o tipo de religião e de sua celebração. No caso das Igrejas Protestantes o que predomina é a palavra falada, necessitando de uma perfeita audibilidade que é sempre exigida. Com isso seu tempo de reverberação deve ser mais baixo. Já nas Igrejas ou Catedrais Católicas, onde prepondera mais à música litúrgica, necessitam de um tempo de reverberação mais alto. Em geral, devido às preocupações com os ecos e ressonâncias, a superfície de isolamento do ruído externo deve ser cuidadosamente observada. Contudo, a localização do templo é determinada para a qualidade do ambiente, ou, seja, deve-se afastá-los de aeroportos, rodovias, ferrovias ou qualquer vizinho ruidoso.

Em todo e qualquer templo, a despeito das diferenças entre o tipo de sons ali reproduzidos, notam-se problemas nas condições acústicas quando sua capacidade chega a 400 pessoas. Quando estes números

de fiéis chegam a 600 pessoas, o projeto invariavelmente deverá ser complementado com um sistema eletroacústico apropriando de amplificação sonora.

3. ESTUDO DE CASO

Para o presente trabalho foi escolhido para serem analisados seis templos religiosos na Cidade de Maceió-AL, em bairros distintos. Destas seis entidades foram selecionadas duas de cada tipo de culto, dentre eles: Batista, Católica Romana e Evangélica. Todos estes ambientes, requer cuidados especiais com a acústica, já que há um grande número de concentração de pessoas e a voz falada e cantada passa a ser o elemento de grande uso ambiental.

Os recintos possuem características semelhantes a todos os templos. No caso das Igrejas Católicas, por serem mais antigas, utilizam portas, janela e forro em madeira, com predominância de pisos em mosaico cerâmico e bancos em madeira. Nas Igrejas Batistas também foram encontrados bancos em madeira, porém também há cadeiras em PVC. Nas Evangélicas a predominância maior é pelos forros e assentos em PVC.

Em todos os templos há utilização de ventiladores de teto para a climatização e amplificadores sonoros que funcionam durante as celebrações. Além de possuírem grande número de materiais reflexivos, como janelas de alumínio ou ferro e vidro – com exceção das católicas – pisos cerâmicos, granitos e mármore nos altares e púlpitos, com exceção de apenas uma católica.

4. METODOLOGIA APLICADA

O desenvolvimento do trabalho seguiu as seguintes etapas cronológicas:

- Revisão bibliográfica;
- Levantamento dos dados gráficos “in loco” dos projetos arquitetônicos de todos os templos;
- Levantamento dos materiais encontrados em seu interior, cálculos dos volumes e conseqüentemente cálculos dos tempos de reverberação nas frequências de 125, 500 e 1000 Hz de cada templo com 50% e 100% de ocupação;
- Análise e diagnóstico dos tempos de reverberação ótimos desejáveis de cada templo e comparados com o encontrado “in loco” nas três frequências e nas ocupações de 50% e 100%;
- Medições com decibelímetro – modelo INSTRUTHERM dec-405 – em dois momentos, com e sem celebração, para obter o ruído de fundo existente para encontrar a relação Sinal/Ruído e saber a interferência do entorno ou outros tipos de ruído no ambiente interno;
- Conclusão.

5. ANÁLISE DE DIAGNÓSTICO

5.1 Reverberação nos templos

O tempo de reverberação corresponde às múltiplas reflexões das ondas em um ambiente, onde seu tempo vai corresponder àquele de permanência no dado recinto. Esse tempo depende das características do ambiente onde ele se propaga, em um recinto fechado, por exemplo, as reflexões múltiplas e a absorção pelos materiais poderão modificar o som final.

A análise do tempo de reverberação ótimo foi realizada a partir da fórmula de SABINE, que é descrita por:

$$Tr = \frac{0,16 \times V}{\sum S \times \alpha} \quad [Eq. 01]$$

Fonte: SILVA, Péricles. 1997.

Onde suas variáveis são:

- Volume (m^3) físico do ambiente (V);
- Somatório das áreas (m^2) dos diferentes materiais (S);
- Coeficiente de absorção, colhido em tabelas de acordo com a frequência desejada (α).

Para que os templos estejam em perfeita harmonia acústica, é necessário realizar cálculo do tempo de reverberação em dois momentos, com 50% e 100% de ocupação. Os limites do tempo de reverberação ótimos indicados para cada templo variam (SILVA, 1997) de acordo com o tipo de religião (Tabela 1).

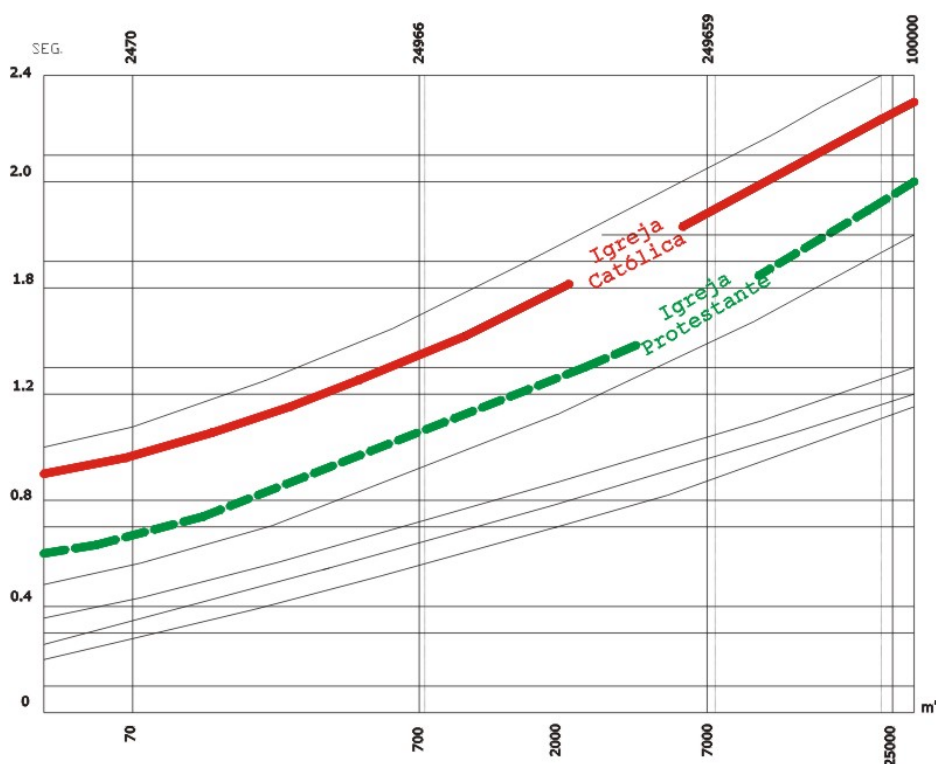
Tabela 1 – Tempo de Reverberação Ótimo Indicado para Templos Religiosos

Local	Tempo de Reverberação Ótimo (Seg.)
Templos protestantes ou sinagogas	0.8 e 1.20
Igreja católica ou catedral	1.20 e 2.0

Para se obter a qualidade acústica de um ambiente, recomenda-se que se ache o tempo de reverberação nas seguintes frequências: 125Hz, 500Hz e 1000Hz.

Nas frequências de 100Hz a 512 Hz, o tempo de reverberação varia sensivelmente em função das frequências. Essa correção tem que ser realizada, pois o valor de R_m é superior a unidade. Acima de 512 Hz tempos ficará constante, sendo seu valor corrigido igual a 1 (SILVA, 1997) e para a frequência de 125 Hz o valor de R_m é de 1,4.

TEMPO ÓTIMO DE REVERBERAÇÃO – 500 Hz



- * Linha vermelha corresponde a Igreja Católica
- **Linha verde corresponde a Igreja Protestante

Figura 1 – Tempos Ótimos de Reverberação.
Fonte: SILVA, Péricles. 1997.

Depois de encontrado o valor de correção especificado para cada frequência, usa-se os valores encontrados (Tabela 2) e aplica na fórmula:

$$T = T \text{ freq.} \times R_m \quad [\text{Eq. 02}]$$

Fonte: SILVA, Péricles. 1997.

Onde:

- T = Tempo de reverberação corrigido;
- T freq. = Tempo de reverberação de cada frequência;
- Rm = Coeficiente encontrado no gráfico (frequência de 500Hz e 1000Hz = 1 e de 125 Hz é igual a 1,4).

Os coeficientes de absorção dos materiais das superfícies dos templos estudados foram encontrados em tabelas existentes de acordo com as frequências estudadas.

De acordo com o volume encontrado em cada templo, o tempo de reverberação ótimo nas frequências estudadas foram encontrados e corrigidas. Os mesmos podem ser vistos na tabela 03.

Tabela 2 – Tabela do tempo de reverberação ótimo corrigido por templo de acordo com a frequência**

Tipo	Local	T.R.O.* Atual						T.R.O.* Ideal Corrigido		
		125 Hz		500 Hz		1000 Hz		125Hz	500Hz	1000Hz
		50%	100%	50%	100%	50%	100%	-	-	-
Católica	A	1.17	1.43	0.81	1.17	0.82	1.80	2.03	1.45	1.45
	B	1.53	1.11	1.31	1.93	1.45	1.70	1.82	1.30	1.30
Batista	C	1.40	1.76	1.28	1.76	1.22	1.75	1.68	1.20	1.20
	D	1.16	1.37	1.50	1.10	0.84	1.31	1.50	1.08	1.08
Evangélica	E	1.49	1.06	1.97	1.38	1.29	1.92	1.61	1.15	1.15
	F	1.78	2.10	1.90	2.61	2.04	2.89	1.93	1.38	1.38

* T.R.O. – Tempo de Reverberação Ótimo.

** Correção segundo SILVA, 1997.

De acordo com a tabela 03 pode-se observar que independente do tipo de templo estudado, todos se encontram fora dos padrões desejáveis do tempo de reverberação ótimo. Observa-se que:

- A preocupação referenciando a acústica arquitetônica foi totalmente negligenciada em 100% dos projetos estudados, principalmente em relação a 100% de ocupação;
- Com 50 % de ocupação encontramos um templo Católico e outro Batista compatível com o tempo de reverberação pelo menos nas frequências de 500Hz e 1000Hz. Maiores cuidados, porém merecem ser dado na baixa frequência nestes templos.
- Os templos Evangélicos fugiram na sua totalidade aos padrões do tempo de reverberação ótimo ideal.

5.3 Relação Sinal/Ruído

O ruído de fundo define o conjunto de fatores sonoros que fazem parte habitualmente, da vizinhança do local considerado, ou o ruído existente na ausência do ruído perturbador, seu nível é a média dos níveis de sons mínimos do local e hora considerados na ausência do ruído em questão.

Para encontrar o nível equivalente do som medido (L equivalente) (Eq. 3) é feita uma média aritmética e estatística correspondente aos valores máximos (L 10) e aos valores mínimos (L 90) obtidos. A média

dos dois resulta no parâmetro que fornece uma idéia da distribuição sonora da energia em um período considerado.

$$L_{eq} = 0.01 \times (L_{10} - L_{90})^2 + 0.5 \times (L_{10} + L_{90}) \quad [\text{Eq. 03}]$$

Fonte: SILVA, Péricles. 1997.

A partir de trinta medições do ruído realizadas em intervalos de cinco segundos, em dois momentos distintas, sem e com celebração, com portas e janelas abertas e com a utilização de amplificadores de som (Tabela 4), obteve-se os níveis de pressão sonora existente dentro dos templos. Segundo as medições da relação Sinal/Ruído dentro dos templos foi calculada:

Tabela 3 – Quadro de Medições do Ruído de Fundo

Tipo	Local	Recomendável em templos dB (A)	Sem Celebração dB (A)	Com Celebração dB (A)	Sinal/Ruído dB (A)
Católica	A	≤ 45	57.71	81.10	+23.39
	B		56.52	77.71	+21.19
Batista	C		61.72	94.10	+32.28
	D		63.75	93.91	+30.16
Evangélica	E		67.10	95.89	+28.79
	F		65.30	85.50	+20.20

Pode-se observar na tabela 04, que:

- Que os níveis de ruído de fundo interno sem celebração nos templos estão muito acima do recomendado que é de 50 dB (A);
- Verifica-se que todos os ambientes estão situados em ambientes ruidosos externamente estes interferem no ruído interno encontrado;
- A relação sinal ruído está satisfatória, pois se encontra acima de 20 dB (A), porém para tal foi necessário que o nível de ruído (sinal) chegasse a valores extremos acima de 85 dB (A), que para ambientes meditativos não seriam o mais indicado, causando falta de concentração e estresse degenerativo para seus usuários;
- Quanto maior o ruído de fundo sem celebração maior o ruído com celebração, chegando a 95 dB (A). Os templos estudados necessitam de barreiras acústicas pra a proteção do ruído externo interferindo no ruído interno e vice-versa.

6. CONCLUSÃO

Após este trabalho criterioso em analisar templos distintos religiosos tais como: Batista, Católica Romana e Evangélica, pode-se concluir que todos os projetos arquitetônicos estudados não tiveram a preocupação com a qualidade acústica interna dos seus ambientes. Seria interessante uma maior integração entre a arte de projetar e a qualidade acústica, tão vista em nossos antepassados. Na elaboração dos maiores cuidados realizados com a reverberação (para uma melhor especificação dos materiais utilizados), medições das condições de ruído ambiental, (para que decisões no projeto fossem tomadas quanto à necessidade de isolamento ou não) e finalizando, reduzir níveis de ruído de fundo nas celebrações também por meio de isolamentos (para uma melhor compreensão dos usuários, assim como possíveis reclamações por parte da circunvizinhança), Tudo isso para ter uma boa qualidade acústica.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. Acústica – Avaliação do Ruído em Áreas Habitadas Visando o Conforto da Comunidade – Procedimento: NBR 10.151/2000. Rio de Janeiro, 2000.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Níveis de Ruído para Conforto Acústico. NBR 10152: 1987 e errata de junho de 1992.
- ATHAYDE, Eduardo. A cada 5 dias, uma Igreja é inaugurada em São Paulo. *Agora São Paulo*, 06/04/2003. Disponível em: <http://www.folha.uol.com.br/folha/cotidiano/ult95u72565.shtml>. Acesso em: 20/03/2005.
- DE MARCO, Conrado Silva. *Elementos da Acústica Arquitetônica*. Nobel. Ed. Nobel. São Paulo, 1982.
- FERNANDES, J. C. *Acústica e Ruído*. Bauru.SP: UNESP. Apostila. 1999.
- F. M. Simões; L. B. Nabinger. Análise das Condições Acústicas e Projeto de Condicionamento Acústico da Catedral Metropolitana de Porto Alegre-RS. *Anais VI ENCAC*, São Paulo, 2001.
- GERGES, S. Ruído: fundamentos e controle. Florianópolis: NR Editora, 2000. Capítulo 7.p. 259-312.
- MOURA, Mariana Bezerra. Condições Acústicas das Salas da Escola Tavares Bastos. Trabalho Final de Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Alagoas, 2004.
- OITICICA, Maria Lúcia; DUARTE, Elisabeth; SILVA, Luiz Bueno da. Análise da Inteligibilidade da Fala de uma Sala de Aula em Situações Diversas de Climatização *dentro do Contexto Acústico*. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, Curitiba. Anais... Curitiba: ENCAC, 2003, p. 479-486.
- OITICICA, Maria Lúcia et al. *Impacto Sonoro Noturno Provocado pelos Estabelecimentos Comerciais na Orla da Praia de Jatiúca-Maceió-AL*; Anais II Encontro Latino de Conforto no Ambiente Construído; ANTAC; Fortaleza.
- SENDRA, JJ. , ZAMARREÑO, T., NAVARRO, J., ALGABA, J. (1999). El Problema de Las Condiciones Acusticas em Las Iglesias: principios y propuestas para la rehabilitación. Instituto Universitario de Ciencias de la Construcción- Escuela Técnica Superior de Arquitectura - Universidad de Sevilla.. p 12.
- SILVA, Péricles. *Acústica Arquitetônica e Condicionamento do Ar*. Belo Horizonte, Editora Termo Acústica, 1997.