



Centro Universitário de Brasília – UNICEUB  
Faculdade de Tecnologia e Ciências Sociais Aplicadas – FATECS  
Curso: Engenharia Civil

BRUNO SAMPAIO LIMA

**Condições de Conforto Acústico em Templos Religiosos: Estudo  
de caso do Centro de Adoração, Brasília/DF**

Brasília  
2019

BRUNO SAMPAIO LIMA

**Condições de Conforto Acústico em Templos Religiosos: Estudo  
de caso do Centro de Adoração, Brasília/DF**

Trabalho de Conclusão do curso de  
Engenharia Civil do UniCEUB – Centro  
Universitário de Brasília.

Orientador: Dr. Sérgio Luiz Garavelli.

Brasília  
2019

BRUNO SAMPAIO LIMA

**Condições de Conforto Acústico em Templos Religiosos: Estudo  
de caso do Centro de Adoração, Brasília/DF**

Trabalho de Conclusão do curso de  
Engenharia Civil do UniCEUB – Centro  
Universitário de Brasília.

Orientador: Dr. Sérgio Luiz Garavelli.

Brasília, 04/07/2019

**Banca Examinadora**

---

Dr. Sérgio Luiz Garavelli  
Orientador

---

Erika Regina Costa Castro  
Examinadora interna

---

Rosanna Duarte Fernandes Dutra  
Examinadora interna

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Doutor e amigo, professor Sérgio Garavelli, pela paciência, apoio, incentivo, orientação e as inúmeras contribuições ao longo desta pesquisa.

Ao pastor e grande amigo Hyeno Rodrigues, que tornou essa pesquisa possível.

A todos os professores do curso de Engenharia Civil do UniCEUB, que são os “alicerces” da nossa vida profissional, pelo conhecimento transferido, pelas dúvidas esclarecidas, pela amizade, enorme paciência e por estarem sempre dispostos a contribuir com a nossa formação e ajuda na preparação para a vida profissional.

A minha mãe Debora Sampaio, meu pai Waldivino Lima, meu padrinho Marconi Sampaio, meu irmão Djalma Sampaio, minha Tia Romeria Nunes, e principalmente a duas pessoas que marcaram minha vida e que foi e sempre será a base da minha vida, minha vó, segunda mãe e uma grande amiga Valmira Sampaio, e ao meu Vó e também segundo pai Djalma Sampaio, que em seus tempos de vida que pude está ao lado e sempre carregarei vocês em meu coração, quero agradecer todos vocês por sempre estarem comigo nos momentos bons e ruins, pelo carinho, estímulo, apoio incondicional e também responsáveis pela minha formação como pessoa, por confiar, torcer e vibrar com cada vitória que venho tendo no decorrer desses anos.

A meus dois primos, irmãos: Aline Sampaio e Cassio Sampaio, que são minha luz nos caminhos mais escuros, pelas risadas que sempre conseguiram tirar quando havia somente lágrimas.

A todos meus amigos, responsáveis pela importante função de proporcionar-nos momentos de descontração, alegria e diversão, contornando situações adversas, amenizando preocupações, e sempre nos impulsionando na condução deste projeto.

A todos os colegas que tivemos a oportunidade de nos conhecer durante a graduação, com as quais a convivência deixará saudades. Que os laços de companheirismo e amizade construída durante todo esse tempo que podemos passar juntos nos últimos anos se fortaleçam ainda mais nesta nova fase de nossas vidas.

Enfim, a todos aqueles que, diretamente ou indiretamente, contribuíram para que esta pesquisa se realizasse com êxito, o meu sincero agradecimento!

## RESUMO

Com o crescimento dos templos religiosos no Brasil, principalmente em Brasília nos últimos anos, muitas são instalados em locais inadequados para suas atuais atividades, sem um projeto arquitetônico e acústico, assim afetando todas as classes sociais, além de trazer risco a saúde para moradores vizinhos e frequentadores do templo, também afeta na inteligibilidade da fala dos fiéis, além disso o seu entendimento é difícil por não ser uma coisa visível e tocável. Este trabalho teve como objetivo principal avaliar o conforto acústico de um templo religioso, comparando os resultados com os valores recomendados pelas normas e legislações pertinentes. O estudo foi realizado no Centro de Adoração localizado na Vicente Pires, Brasília – Distrito Federal. Através de medições acústicas *in situ*, foram avaliados os seguintes parâmetros: níveis de pressão sonora internos e externos ao templo, tempo de reverberação, coloração de reverberação, noise criteria. Através dos resultados obtidos pode-se constatar que todos os parâmetros apresentaram desconformidade em relação às normas, leis e materiais fornecidos, apresentando valores bem distantes dos recomendados. O aumento da quantidade de templos religiosos no Brasil nos últimos anos é significativo, em muitos casos a ocupação desordenada solo juntamente com a qualidade acústica destes ambientes não permite que os mesmos sejam explorados em todo o seu potencial para o fim que se destina. No estudo de caso ficou demonstrado que a ausência do projeto acústico desencadeou no prejuízo do conforto acústico e na não observância das normas para este tipo de construção. A ausência de um planejamento adequado com a elaboração do projeto acústico prejudicou as condições de conforto acústico do ambiente, acarretando consequências danosas aos frequentadores e à vizinhança do Templo. A adoção de medidas mitigatórias, visando à adequação às normas e a legislação é recomendada.

**Palavras chaves:** Acústica ambiental, templo religioso, parâmetros acústicos.

## **ABSTRACT**

With the growth of religious temples in Brazil, especially in Brasilia in recent years, many of them are installed in places unsuitable for their current activities, without an architectural and acoustic project, thus affecting all social classes, also bringing health risk to neighboring residents and temple goers, also affects the intelligibility of the believers' speeches, moreover their understanding is difficult because it is not a visible and touchable thing. The main objective of this work was to evaluate the acoustic comfort of a religious temple, comparing the results with the values recommended by the norms and laws. The study was conducted at the Worship Center located in Vicente Pires, Brasília - Distrito Federal. Through acoustic measurements in situ, the following parameters were evaluated: sound pressure levels, internal and external to the temple, reverberation time, reverberation coloration, noise criteria. With the obtained results it can be verified that all the parameters presented nonconformity according to the norms, laws and materials supplied, presenting values far from those recommended. The increase in the number of religious temples in Brazil in recent years is significant, in many cases the solo disordered occupation together with the acoustic quality of these environments does not allow them to be exploited to their full potential for their intended purpose. In the case study, it was demonstrated that the absence of acoustic design triggered the loss of acoustic comfort and non-compliance with the standards for this type of construction. The absence of adequate planning with the elaboration of the acoustic project hindered the conditions of acoustic comfort of the environment, causing harmful consequences to the visitors and to the vicinity of the Temple. The adoption of mitigating measures, aiming at the adequacy to the norms and the legislation is recommended.

**Key words:** Environmental acoustics, religious temple, acoustic parameters.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Nível de som equivalente contínuo .....	21
Figura 2: Tempo ótimo de reverberação .....	24
Figura 3: Coloração de reverberação .....	24
Figura 4: Identificação do terreno .....	26
Figura 5: Identificação da área do templo .....	26
Figura 6: Sonômetro Solo.....	27
Figura 7: Sonômetro e tripé .....	27
Figura 8: Pontos $TR_{60}$ .....	28
Figura 9: Pontos de medidas interna .....	28
Figura 10: Ponto de medida externa ambiente .....	29
Figura 11: Ponto de medida externa funcionando .....	30
Figura 12: Índice de NC .....	34
Figura 13: Coloração de reverberação em percentuais .....	34
Figura 14: NC .....	36



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Critério de tonalidade .....	20
Tabela 2: NPS internos sem atividades (1) no templo e com atividades (2) .....	31
Tabela 3: NPS externos sem atividades (1) e com atividades (2) .....	32
Tabela 4: $TR_{60}$ em função do volume .....	33
Tabela 5: Tempo de Reverberação médio em todos os pontos .....	33

## **LISTA DE SIGLAS**

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas;

ACII: Índice de Impressão de Conforto Acústico

dB (A): Decibel

ISO: International Standard Organization

NBR: Norma Brasileira;

NC: Noise Criteria;

NPS: Níveis de Pressão Sonora

OMS: Organização Mundial de Saúde

QAI: Qualidade Acústica de Igrejas

RASTI: Índice de Transmissão rápida de Linguagem

TR: Tempo de Reverberação;

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	12
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	15
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	15
<b>2.2 Objetivo específico</b> .....	15
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
<b>3.1 Estado da Arte</b> .....	16
<b>3.2 Parâmetros Acústicos</b> .....	20
<b>4. METODOLOGIA</b> .....	26
<b>4.1 Local de realização do trabalho</b> .....	26
<b>4.2 Parâmetros avaliados</b> .....	27
<b>4.3 Equipamento utilizado</b> .....	27
<b>4.4 Procedimentos</b> .....	27
4.4.1 Etapa 1 .....	28
4.4.2 Etapa 2 .....	28
4.4.3 Etapa 3 .....	29
4.4.4 Etapa 4 .....	29
4.4.5 Etapa 5 .....	29
<b>5. RESULTADOS</b> .....	31
<b>5.1 NPS internos e externos</b> .....	31
<b>5.2 Tempo de Reverberação</b> .....	32
<b>5.3 Coloração da reverberação</b> .....	34
<b>5.4 Noise Criteria (NC)</b> .....	35
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	37
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	38
<b>8. APÊNDICE</b> .....	41

## 1. INTRODUÇÃO

A expansão da fé no Brasil acontece em ritmo intenso, desde 2010 uma nova organização religiosa surge por hora no país (O Globo, 2017). Dados divulgados pela Receita Federal apontam que na Região da Baixada Santista o número de templos religiosos aumentou. De janeiro de 2010 a setembro de 2017, foram registradas 566 novas unidades ou franquias (Gazeta do Litoral, 2019). Em Goiânia (O Popular, 2016) no período de 2010 a 2015, houve um aumento de 39% no número de templos religiosos.

No Distrito Federal não há uma estatística oficial do número de templos religiosos, de acordo com a Agência Brasília (2019) “Não é possível precisar a quantidade de templos religiosos na capital. Segundo a Arquidiocese de Brasília, há 138 igrejas católicas. A Federação de Umbanda e Candomblé do DF e Entorno estima que há cerca de 500 casas de santo.” Estima-se que no Distrito Federal há cerca de 1,8 mil terrenos ocupados por templos religiosos e entidades de assistência social, sendo que a grande maioria não está regularizada.

Dependendo da localização destas unidades, pode provocar incômodo aos seus vizinhos. Garavelli e Alves (2006) constataram num amplo estudo realizado em Goiânia – GO, que 76% dos templos avaliados, os Níveis de Pressão Sonora (NPS) emitidos pelos templos, estavam acima dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Segundo os autores “A instalação destes estabelecimentos em locais inadequados, não previstos pelo Plano Diretor, juntamente com a ausência de tratamento acústico que minimize a propagação dos ruídos para o exterior, são os principais problemas que contribuem para a contaminação acústica causada pelos templos religiosos”.

No Brasil, é comum templos religiosos se instalarem em locais inadequados, com isolamento acústico precário e tratamento acústico inadequado para seu funcionamento, prejudicando a vizinhança e trazendo risco para a saúde dos seus frequentadores (PEGORER, 2017).

Uma das preocupações para o licenciamento de templos religiosos é a contaminação acústica, provocando um elevado número de reclamações de

vizinhos insatisfeitos com esse tipo de contaminação ambiental gerados pelos templos.

O principal problema ambiental gerado pelos templos religiosos é a poluição sonora, ela se encontra em segundo lugar do ranking de acordo a Organização Mundial de Saúde (OMS) (POLITIZE!, 2019). Os níveis sonoros emitidos pelos templos religiosos basicamente dependem das atividades no local, na utilização de recursos de amplificação sonora e da arquitetura da edificação. Em um documentário da G1 (2013) mostra que as reclamações de vizinhos têm se tornado cada vez mais comum, no que diz respeito ao ruído causado por essas edificações durante seu funcionamento. As condições de conforto acústico nestes ambientes são de suma importância, desta maneira um projeto acústico adequado é de grande importância, pois além da comunicação com os fiéis ser importante é necessário um isolamento acústico que evite a contaminação pela poluição sonora na vizinhança dos templos.

De acordo os dados do órgão de fiscalização (PSIU, 2009) as reclamações de ruído e poluição sonora estão distribuídas da seguinte forma, relativo ao ano de 2009:

- 53% das reclamações se referem à poluição sonora em geral;
- 19% aos bares ruidosos, após o horário da 1 hora da madrugada;
- 11% referentes aos templos religiosos;
- 8% referente a diversos tipos de reclamações relativas a ruídos excessivos na cidade.

No Distrito Federal, a lei 4092/2008 aborda o controle de poluição sonora e estabelece níveis máximos de intensidade sonora (DISTRITO FEDERAL, 2008). A lei estabelece que os métodos de medições devem ser realizados de acordo com a NBR 10.151. Assim atribuída pela lei trazendo os níveis máximos de exposição, para ambientes externos e internos.

A NBR 10.152 (ABNT, 2017) e NBR 10.151 (ABNT, 2019) tratam dos parâmetros de Níveis de Pressão Sonora em ambientes internos e externos a edificações, de acordo a NBR 10.152 os valores de referência para ambientes internos de um templo religioso acima de 600 m<sup>3</sup> deve ter estar entre 35 a 40 dB(A). A NBR 10.151 apresenta os limites dos Níveis de Pressão Sonora

aceitáveis em função da finalidade de uso e ocupação do solo, para uma área mista predominantemente residencial, o limite é de 55 dB(A) para o período diurno e 45 dB(A) para o período noturno.

De modo geral, os templos religiosos apresentam um Tempo de Reverberação (TR) alto, o que prejudica diretamente a inteligibilidade da fala naquele. O Tempo de Reverberação ideal para ambientes fechados é indicado pela NBR 12.179 (ABNT,1992).

O trabalho teve como objetivo a qualidade acústica em um templo religioso com base na normalização brasileira e estudos indicados, no espaço interno e externo de um templo, para avaliação do conforto acústico no templo foi também utilizado software comercial e equipamentos adequados para o levantamento do estudo.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

O presente trabalho tem como objetivo avaliar o conforto acústico de um templo religioso, comparando os resultados com os valores recomendados pelas normas da ABNT.

### **2.2 Objetivo específico**

- Avaliar os Níveis de Pressão Sonora (NPS) interno e externo ao templo;
- Avaliar na vizinhança do templo, o nível de pressão sonora (NPS) emitido pelo seu funcionamento;
- Calcular o valor do Noise Criteria (NC);
- Avaliar a qualidade acústica do templo utilizando o Tempo de Reverberação (TR) e da coloração da reverberação;
- Comparar os valores dos parâmetros acústicos medidos com os valores indicados pelas respectivas normas.
- Disponibilizar os resultados avaliados para elaboração de um projeto acústico, isolamento e tratamento, visando a melhoria das condições de conforto acústico do local.

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1 Estado da Arte

Diversos trabalhos já foram realizados visando a avaliação das condições de conforto acústicos em templos religiosos. Assim a preocupação do conforto acústico se iniciou-se na Grécia e Roma antigas, esse evento vem acontecendo desde o século VI a.C. e I a.C., com o teatro ao ar livre, construídos com pedras na arquitetura de locais públicos e sagrados, assim como os teatros ao ar livre, os ginásios e vários monumentos funerários eram em geral construídos distantes do centro da cidade (*polis*). A *polis* não funcionava somente como um centro religioso, mas também político e comercial rodeado por fortificações e muros (STIERLIN, 1994).

Carvalho e Silva (2009) indicaram soluções construtivas para adequar as condições de conforto acústico para a igreja da Santíssima Trindade em Fátima, Portugal, que foram realizados ensaios com a igreja desocupada com o objetivo de avaliar, onde os parâmetros cumprem os requisitos acústicos como o Índice de Transmissão Rápida de Linguagem (RASTI) e o Tempo de Reverberação, assim houve somente um descumprimento que foi o Noise Criteria devido ao ruído provocado pelo sistema de ventilação, assim fazendo uma simples reparação para baixar os valores até os limites exigidos.

Carvalho e Nascimento (2011) também apresenta a caracterização acústica do interior do templo religioso, resultando das medidas em relação ao Tempo de Reverberação, RASTI (com e sem o uso de sistema de reforço de som), níveis sonoros e NC, do interior das Capelas da Reconciliação, capelas subterrâneas da igreja da Santíssima Trindade em Fátima. O resultado dessa pesquisa apresenta de forma satisfatória o desempenho acústico das capelas, sendo que uma demonstrou ser acusticamente adequada para música e hinos e a outra para a fala, através dos parâmetros medidos das três capelas são baixas proporcionando um ambiente relaxante.

Loureiro e Carvalho (2008) elaborou um estudo para definir o conforto acústico global de uma igreja, do ponto de vista dos frequentados, em um índice único nomeando como Qualidade Acústica de Igrejas (QAI) a partir de



parâmetros arquitetônicos. Este trabalho continuou os estudos já desenvolvidos no âmbito do Programa de Investigação “Acústico de Igrejas” realizada pelo Laboratório de Acústica em Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, apoiando-se primeiramente em trabalhos antigos como de Carvalho realizado em 1994, Morgado em 1996, Lencastre em 1998, analisando posteriormente uma área mais específica, nomeadamente na avaliação multicritério da qualidade acústica existente nas igrejas, desenvolvendo um algoritmo para obtenção do QAI foi desenvolvido com base em uma amostra de 13 igrejas, que pode ser alcançado através de valores medidos *in situ* ou por valores previstos. Esse algoritmo é uma alternativa eficiente e equilibrado entre os dois critérios de avaliação considerados como palavra e música, onde são um dos principais critérios para um bom desempenho acústico dos templos religiosos, de acordo com a sua importância diante o comportamento acústico das igrejas. (LOUREIRO, 2008).

São vários trabalhos realizados que expressam os efeitos prejudiciais causados pelas exposições a nível excessivos de ruídos, conforme Gerges (1990), Silva (1997) e Dani e Garavelli (2001). Garavelli e Alves (2006), analisou e quantificou os níveis equivalentes de pressão sonora (Leq) no trabalho “A contaminação ambiental devido aos templos religiosos em Goiânia”, através de 42 templos religiosos, e o ruído de fundo na sua vizinhança, mostrou que 76% dos casos no nível de ruídos estavam acima dos limites estabelecidos pela legislação federal, em todos os pontos avaliados o ruído de fundo também foi acima dos valores recomendados pelas normas vigentes mostrando que a cidade de Goiânia estava sofrendo contaminação acústica devido aos ruídos emitidos pelos templos.

Carvalho e Silva (2010) apresentaram a caracterização acústica do interior dos 9.000 lugares da Igreja Santíssima Trindade no Santuário de Fátima, Portugal, Inaugurada em 2007. Foram realizadas medições *in situ* dos Níveis de Pressão Sonora interna, curvas NC, RASTI e TR, foi feito uma comparação com outras igrejas no mundo, também com um volume muito grande (por exemplo, a Basílica Mariacka em Gdansk), assim apontando que todos os requisitos exigentes estabelecidos pelo proprietário foram cumpridos, exceto os valores NC, que através de uma simples correção das grelhas poderia corrigir a situação.

Carvalho e Cruz (2011), caracterizaram os problemas acústicos através de análise de alguns parâmetros e depois fizeram o comparativo com outras igrejas portuguesas, identificaram os problemas acústicos e apresentaram propostas mitigadoras para a igreja de Nossa Senhora da Conceição, em Porto, Portugal. Para que fosse possível avaliar o comportamento acústico da Igreja Nossa Senhora da Conceição apresentou um dos piores comportamentos acústicos nos parâmetros TR e RASTI em relação às igrejas portuguesas.

Tavares *et al.* (2013) realizaram um estudo na Igreja Nossa Senhora do Pilar localizada em Goa, Índia, onde investigaram o efeito acústico da música no conforto subjetivo de ouvintes situados no espaço de adoração, seus resultados apresentados descreveram o efeito de diferentes locais de origem da música com conjuntos musicais distintos através de um Índice de Impressão de Conforto Acústico (ACII), através desse índice a música sagrada prestada pelo conjunto obteve um melhor resultado entre os ouvintes, não houve diferença significativa entre os meios das impressões de conforto acústico dos ouvintes pelos diferentes conjuntos.

O objetivo do estudo de Oiticica (2016) foi sobre as legislações que se referem à poluição sonora que se apresentam inconsistentes em alguns municípios, onde a autora investiga como as legislações existentes na cidade de Maceió abordam as questões de tratamento acústico para os templos e seus entornos, através de medições acústicas e cruzamento dos dados com as legislações municipais e normatizações brasileiras.

Carvalho e Monteiro (2009) estudaram o desempenho acústico de templos religiosos e descreveram as principais semelhanças e diferenças entre igrejas e mesquitas, sendo que igrejas e mesquitas são locais de adoração, mais que apresenta diferença no modo de ocupação, requisitos acústicos, decoração e estilos arquitetônicos. Para isso, foram analisadas as variabilidades entre os parâmetros acústicos objetivos e parâmetros arquitetônicos, foram criados modelos de regressão para encontrar as melhores relações entre os parâmetros. A comparação entre a acústica de igrejas e mesquitas foi estabelecido usando uma análise de dados, assim permitindo uma discussão relacionada a compreensão da variabilidade desses parâmetros.

Devido as igrejas terem diferentes objetivos acústicos do que as mesquitas os valores médios do TR encontrado foram maiores nas igrejas, com isso veio em mente a música, assim o discurso estava presente. Nas igrejas, além dos coros e cantos da congregação, existe a presença habitual do órgão e possivelmente outros instrumentos, devido a esse tipo de ambiente existe um forte desafio para encontrar um equilíbrio entre a percepção de fala e música.

Garavelli e Alves (2007) no artigo *“Os sons emitidos por templo religiosos, na visão dos vizinhos e frequentadores”* avaliaram a percepção dos frequentares e vizinhos em relação aos sons gerados pelas atividades de oito templos religiosos na cidade de Goiânia, através da avaliação do nível de pressão sonora interno e externo a estes estabelecimentos e entrevistaram vizinhos e frequentadores. Para avaliação foram realizadas as medidas de acordo com as recomendações da NBR 10.151. Em todos os pontos avaliados apresentaram valores superior ao permitido pela legislação, que é de 55 dB(A), para os locais e horários avaliados. Os níveis dos ruídos internos variaram de 77 a 94 dB(A), sendo que em cinco casos os valores ultrapassaram 88 dB(A).

De acordo o segundo grupo quase a metade considerou excessivo aos sons gerados nos templos religiosos, apenas 3% dos frequentadores tiveram a mesma percepção, e 72% dos entrevistados na avaliação o ruído gerado pelos templos religiosos incomodou, interferindo no sono e na realização das atividades diárias deste grupo.

Pegorer (2017) apresenta a caracterização acústica do Tempo de Reverberação, Coloração da Reverberação, Níveis de Pressão Sonora e Noise Criteria, comparando esses resultados com os valores ótimos recomendados pelas normas e estudos indicados, do Santuário Nossa Senhora do Perpétuo Socorro, Brasília, assim apresentando que os parâmetros avaliados como o Tempo de Reverberação, Coloração da Reverberação, Níveis de Pressão Sonora e Noise Criteria, não foram satisfatório para o tipo de ocupação, assim indicando condições inadequadas para execução das atividades do templo religioso.

### 3.2 Parâmetros Acústicos

A norma NBR 10.151 (ABNT, 2019) apresenta parâmetros acústicos ideais do nível de pressão sonora para cada tipo de construção, assim a norma NBR 12.179 (ABNT, 1992) também apresenta os parâmetros do Tempo de Reverberação ideal para cada construção.

De acordo com a norma ISO 2204/1973 (International Standard Organization), as classificações dos sons são:

- Contínuo: são desprezando variações de níveis (mais ou menos 3 dB), assim apresentando maior duração durante o período de análise;
- Intermitente: apresenta uma variação contínua de um valor aplicável (mais ou menos 3 dB) no período de análise;
- Impacto ou impulso: são oscilações de picos de energia acústica, com duração menor que um segundo, que se repete com intervalos maiores que um segundo, e os impulsos são caracterizados por impulsos de pressão sonora.

De acordo com NBR 10.151 (ABNT, 2019) os sons de apitos e zumbidos são considerados sons tonais, para identificar a presença de um som tonal é necessário que o nível de pressão sonora equivalente, na banda de 1/3 de oitavo de interesse, exceda os Níveis de Pressão Sonora equivalentes em ambas as bandas adjacentes, de acordo com os valores exibidos na tabela 1.

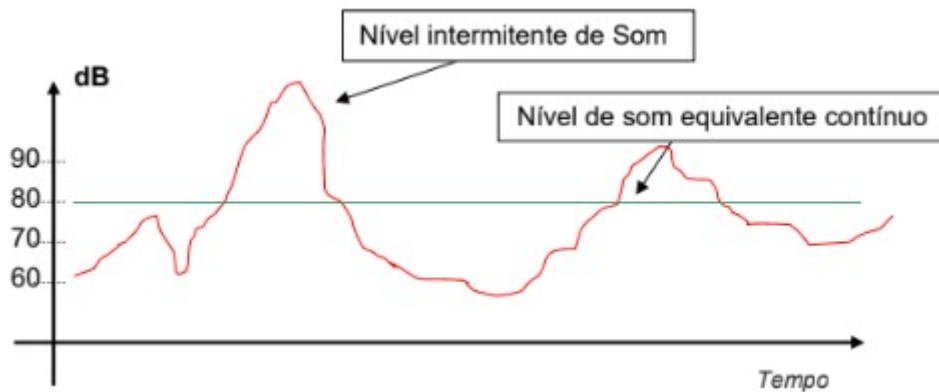
Tabela 1: Critério de tonalidade

Faixa de frequência	25 a 125 Hz	160 a 400 Hz	600 Hz a 10 kHz
Diferença	15 dB	8 dB	5 dB

#### 3.2.1 Nível equivalente de pressão sonora contínuo equivalente

O nível equivalente de pressão sonora ( $L_{eq}$ ) é o nível sonoro médio integrado durante uma faixa de tempo determinada. É o nível que, na hipótese de poder ser mantido constante durante o período de medição, acumularia a mesma de energia acústica que os diversos níveis variáveis acumulam no mesmo período (ALVES, 2004).

Figura 1: Nível equivalente de pressão sonora



A figura 1 mostra o  $L_{eq}$  graficamente, da variação de energia acústica ao decorrer do tempo de medição. Para efeito de aplicação da NBR 15.151 (ABNT, 2019), quando o instrumento utilizado para medir o nível de pressão sonora não dispõe dessa função, apresenta uma metodologia para se calcular o nível de pressão sonora equivalente contínua  $L_{eq}$  de uma ou mais fontes de poluição.

$$L_{eq} = 10 \cdot \log \left[ \frac{1}{T} \int_0^T 10^{L_p(t)/10} dt \right]$$

$L_p(t)$ : Nível de pressão sonora no instante  $t$ ;

$T$ : Intervalo de tempo do registro.

### 3.2.2 Níveis estatísticos $L_{90}$ e $L_{10}$

Os níveis estáticos representam o valor do nível de pressão sonora ponderado em A que foi excedido em uma porcentagem no intervalo de tempo considerado. Assim, descrevem a condição do ambiente em termo da probabilidade com que certos níveis podem ser excedidos, na análise da distribuição estatística dos níveis sonoros são ferramentas úteis na avaliação de ruído.

A análise não fornece apenas informações a respeito da variabilidade dos níveis sonoros, mas também se sobressai em várias normas como base para avaliação do ruído de fundo, como exemplo, o  $L_{90}$  que tem o nível excedido em 90% do tempo de medição, que é utilizado como nível sonoro do ruído de fundo, e o  $L_{10}$  é usado para indicar o nível de eventos de ruído.

### **3.2.3 Noise Criteria**

“No sentido de limitar os níveis de ruído em ambientes de ocupação humana, foram criadas, em 1957, as *curvas-critério de ruído* (“Noise Criteria curves”, NC) também conhecida como “curvas NC”” (BISTAFA, 2006, p. 116).

Esse método utilizado consiste na medição do nível de ruído em cada banda de oitava, entre 63 Hz a 8.000 Hz e traçando uma curva NC no gráfico equivalente ao nível de ruído medido. O NC do ambiente será aquele encontrado acima do perfil do ruído (VALLE, 2009, p. 191).

### **3.2.4 Som principal e som residual**

Como mostra na NBR 10.151 (ABNT, 2019), o som total é determinado como “som existente numa dada situação e num dado instante, usualmente composto pelo som resultante de várias fontes sonoras, próximas e distantes” e o som residual determinado como “som remanescente numa dada posição e numa dada situação quando são suprimido(s) o(s) específico(s) em consideração” O som principal é o som total menos a presença do som residual.

### **3.2.5 Tempo de Reverberação**

De acordo com Takahashi (2010), “Quando um som é gerado por uma fonte num ambiente fechado, a intensidade sonora irá crescer rapidamente com a chegada do som direto e continuará crescendo com as reflexões contribuindo para um nível sonoro total até se estabilizar. Se essa fonte for desligada, a intensidade sonora não desaparecerá de repente, mas vai decaindo gradualmente. A definição do Tempo de Reverberação é o tempo em segundos necessário para que a curva de decaimento sonoro caia de 60 dB”.

O Tempo de Reverberação (TR) é o mais importante parâmetro acústico de um ambiente fechado. Um sinal acústico produzido nestes ambientes é ouvido mesmo após a fonte ser extinta, isto é, ouve-se mais tempo do que dura o tempo na qual a fonte emitiu o sinal. Este fenómeno chama-se “reverberação” e é devido a sermos atingidos não só pela onda direta como pelas inúmeras reflexões nas superfícies do ambiente, e que chegam em instantes diferentes ao ouvinte.

O TR deve estar de acordo com o uso do espaço, não devendo ser longo em demasia para não perturbar a clara percepção do som, mas, também, não ser pequeno ou curto demais, o que prejudica a percepção de alguns tipos de fontes sonoras.

O Tempo de Reverberação depende do volume da sala e da quantidade de materiais absorventes contida nela. Pode ser calculado através da equação de Sabine, apresentada a seguir. A fórmula de Sabine apresenta restrições de uso quando a sala possui absorção muito grande. Eyring propõe uma nova equação baseada em correções na fórmula de Sabine.

$$TR_{60} = 0,161 \frac{V}{\sum_i \alpha_i S_i}$$

Onde,  $V$  é o volume do ambiente,  $\alpha_i$  o coeficiente de absorção de cada material e  $S_i$  a área superficial.

Um dos fenômenos mais importantes a serem observados para a elaboração de um projeto acústico e a reverberação (GONÇALVES, 2010). O  $TR_{60}$  é o tempo necessário para que o nível de pressão sonora da resposta máxima ao impulso decaia 60 dB para o estado estacionária ou som direto (BRANDÃO, 2016, p.430).

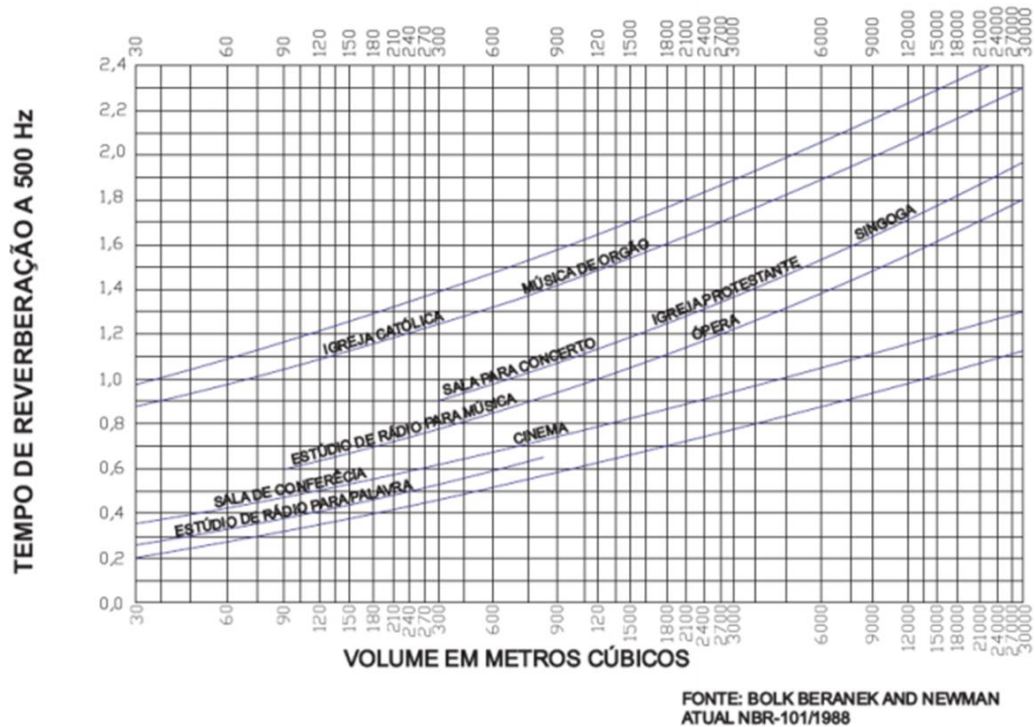
A NBR 12.179 apresenta algumas sugestões de tempo ótimo de reverberação para a frequência 500 Hz (frequência comumente utilizada para medição do Tempo de Reverberação) em função do ambiente estudado e sua função. A Figura 2 apresenta do Tempo de Reverberação ideal em função do volume e destinação do ambiente, para a frequência de 500 Hz.

O Tempo de Reverberação depende do volume do ambiente e dos materiais de revestimento do local. A absorção acústica de cada material varia com a frequência, assim, o TR também varia com a frequência, criando uma "coloração" para o ambiente. De acordo com Valle (2009, pg 99), o Tempo de Reverberação ideal de um ambiente não deve ser o mesmo para todas as frequências.

Para qualquer gênero musical (ou não musical, também), é natural que o Tempo de Reverberação cresça algo em torno de 50% nos graves (por volta de 63Hz) e que caia em torno de 50% nos agudos (por volta de 16KHz). Variações

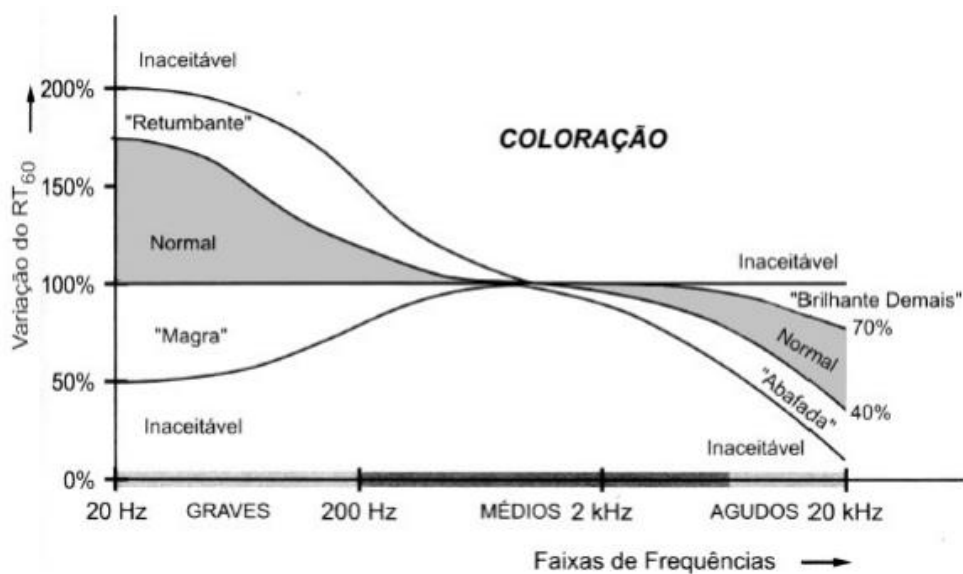
em torno desses valores são possíveis, mas eles devem ser tomados por base para uma boa sonoridade.

Figura 2: Tempo ótimo de reverberação



A figura 3 apresenta a coloração da reverberação ideal para vários tipos de ambientes.

Figura 3: Coloração de reverberação



Fonte: VALLE, 2009, P.98



Um ambiente cujo TR suba muito mais que 50% nos graves será "retumbante" ou "cavernosa". Se o TR não subir nos graves, soará "magro". Por outro lado, se não houver queda suficiente do TR nos agudos, ficará "brilhante" demais se a queda nas altas frequências for excessiva, tem-se o ambiente "abafado". Assim de modo geral, o RT60 deve subir algo em torno de 50% nos graves, e baixar cerca de 50% nos agudos para uma coloração bem equilibrada ou "normal".

### **3.2.6 Inteligibilidade da fala**

De acordo com Moscati (2013) a palavra falada é inteligível em que o som residual não é intrusivo, é improvável que haja insatisfação em determinados pontos do ambiente. Não podendo esquecer que o Tempo de Reverberação e a eliminação dos ecos são requisitos básicos. As igrejas e templos têm necessidade semelhantes às dos teatros e auditórios em relação à palavra falada. A fala envolve as faixas de frequências de 125 Hz a 8.000 Hz, que é constituída por vogais e consoantes, onde a duração das vogais é maior que do que a das consoantes, devido à maior duração e energia sonora das vogais em relação as consoantes. A relação sinal/ruído e a resposta impulsiva da sala são os principais parâmetros para a inteligibilidade da fala num ambiente fechado.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Local de realização do trabalho

Para trabalho foi escolhido uma igreja evangélica, o Centro de Adoração, localizado na rua 5, chácara 117, lote 01, St. Hab. Vicente Pires, Brasília - DF, CEP 70297-400. O local possui uma área aproximadamente 555 m<sup>2</sup>, sendo que os materiais utilizados para a construção: paredes em bloco de concreto, piso em granitina e telhado de aço galvanizado. O templo foi construído sem o projeto acústico. Os cultos geralmente acontecem às quartas-feiras das 20 às 22 horas e aos domingos das partir 18 às 22 horas. As Figuras 4 e 5 mostram a localização do terreno e do templo por meio de fotos do Google Maps.

Figura 4: Identificação do terreno da igreja



Fonte: Aplicativo Google Maps (2019)

Figura 5: Identificação da área do templo



Fonte: Aplicativo Google Maps (2019)

## 4.2 Parâmetros avaliados

### 4.2.1 Tempo de Reverberação $TR_{60}$

A norma NBR 12.179 (ABNT, 1992) indica para o templo religioso acima de 600 m<sup>2</sup>, o Tempo de Reverberação ideal é de 1,4 segundos para uma frequência de 500 Hz.

### 4.2.2 Nível de pressão sonora;

- Nível de pressão sonora interno e externo;
- Nível de pressão sonora emitido pelo funcionamento do templo;
- Noise Criteria (NC).

## 4.3 Equipamento utilizado

Sonômetro utilizado para avaliação de Tempo de Reverberação, ruídos internos e externos, modelo Solo (Figura 6) fabricante 01 dB, equipado com filtro de banda de 1/3 de oitavos, montado sobre um tripé (Figura 7) com altura de 1,2 m do piso à uma distância mínima de 1,5 m das paredes. Os softwares dBATI e dBTRAIT, foram utilizados para as análises acústicas.

Figura 6: Sonômetro Solo



Fonte: Autor

Figura 7: Tripé e sonômetro



Fonte: Autor

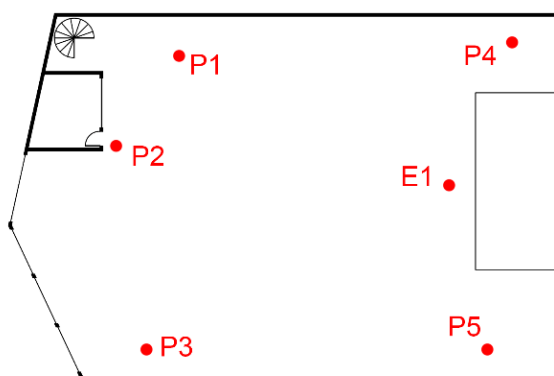
## 4.4 Procedimentos

Todos os parâmetros coletados pelo microfone com proteção de vento, cada ponto calculado pela média dos valores encontrados, assim os procedimentos foram divididos em etapas:

#### 4.4.1 Etapa 1

Medição do Tempo de Reverberação  $TR_{60}$  com a igreja desocupada, em 5 pontos distintos, sendo que cada ponto foi realizado duas medidas. A Figura 8 mostra os pontos que foram realizados as medições dessa etapa, os impulsivos foram gerados pelo estouro de balões número 18 no ponto E0. Esses parâmetros foram medidos através de um ruído impulsivo ISO 3382 (ISO, 1997).

Figura 8: Pontos  $TR_{60}$ .

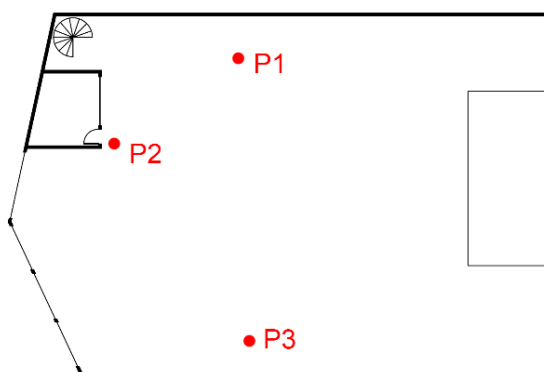


Fonte: Autor

#### 4.4.2 Etapa 2

Medição do nível de pressão sonora interna quando a igreja estava desocupada. A Figura 9 mostra os pontos onde foram feitas as medições dessa etapa.

Figura 9: Pontos de medidas interna.



Fonte: Autor

#### 4.4.3 Etapa 3

Medição do nível de pressão sonora ambiente externo à igreja, onde apresenta uma grande circulação de veículos de passeio, de transporte público e veículos particulares. A Figura 10 mostra o ponto onde foi feita a medição, sendo que foi feito em frente à entrada.

Figura 10: Ponto de medida externa ambiente.



Fonte: Aplicativo Google Maps (2019)

#### 4.4.4 Etapa 4

Medição do nível de pressão sonora interno emitido pelo funcionamento do templo, a realização do início do recolhimento dos dados foi feita durante a execução de um louvor, o equipamento foi posicionado no mesmo local que a Etapa 2 (Figura 9).

#### 4.4.5 Etapa 5

Medição do nível de pressão sonora externa pelo funcionamento do templo, o início do recolhimento dos dados foi feito durante a execução de um louvor. A Figura 11 mostra os pontos onde foi posicionado o equipamento.

Figura 11: Ponto de medida externa funcionando.



Fonte: Aplicativo Google Maps (2019)

## 5. RESULTADOS

### 5.1 NPS internos e externos

No Apêndice estão apresentados os NPS em bandas de 1/3 de oitavas, as figuras foram analisadas para a verificação da existência de componentes tonais, no caso não foram observadas. Os tempos de reverberação por faixa de frequência, para cada medida, também estão apresentados no Apêndice, por questão de objetividade no texto foram apresentados somente os resultados na forma de tabelas.

A Tabela 2 apresenta os NPS interno, com e sem o funcionamento do templo. O valor obtido no interior do tempo, sem atividades de 72 dB(A) é elevado, indicando que o ambiente externo é ruidoso e que o isolamento do Templo não é adequado. Com as atividades no recinto o NPS medido foi de 86 dB(A), valor também elevado até mesmo para um ambiente industrial, que não é o caso. Estes níveis podem prejudicar a saúde dos frequentadores. Medidas mitigatórias são indicadas para o controle dos NPS internos.

Segundo a NBR 10.152 (ABNT, 1987) o valor recomendado do som residual para igrejas e templos religiosos é de 40 – 50 dB, o templo apresenta um som residual de 72,1 dB(A).

Tabela 2: NPS internos sem atividades (1) no templo e com atividades (2)

Hz	NPS (1) dB(A)	NPS (2) dB(A)
125 Hz	67,9	78,8
250 Hz	64,9	78,8
500 Hz	66,4	83,2
1 KHz	63,2	76,6
2 KHz	58,5	67,6
4 KHz	53,2	61,0
8 KHz	42,0	50,9
<b>Global A*</b>	<b>72,1</b>	<b>86,1</b>

A Tabelas 3 apresenta os NPS externo, sem e com o funcionamento do templo respectivamente.

Tabela 3: NPS externos sem atividades (1) e com atividades (2)

Hz	NPS (1) dB(A)	NPS (2) dB(A)
125 Hz	68,5	68,3
250 Hz	64,1	67,7
500 Hz	61,4	75,8
1 KHz	56,3	71,1
2 KHz	50,4	62,1
4 KHz	45,2	60,1
8 KHz	34,0	54,5
<b>Global A*</b>	<b>66,7</b>	<b>79,7</b>

De acordo com a NBR 10.151 (2019) os NPS externos para áreas mistas predominantemente residencial, o NPS para o período diurno é de 55 dB(A) e 55 dB(A) para o noturno. O valor médio encontrado na vizinhança do Templo foi de 67 dB(A), indicando que o som residual na localidade supera os limites estabelecidos pela norma.

Com as atividades, o NPS externo aumenta para 80 dB(A), indicando que as atividades desenvolvidas no Templo têm potencial de gerar incômodo na vizinhança e ultrapassa os valores estabelecidos pela Legislação ambiental vigente no Distrito Federal, que limita em 55 dB(A) ao NPS no período diurno e 50 dB(A) no noturno.

A Lei Distrital nº 4.092/2008 – Dispõe sobre o controle da poluição sonora e os limites máximos de intensidade da emissão de sons e ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais no Distrito Federal. Alterada pelo Decreto Distrital nº 33.868/2012 – Regulamenta a Lei nº 4.092, de 30 de janeiro de 2008, que dispõe sobre o controle da poluição sonora e os limites máximos de intensidade da emissão de sons e ruídos resultantes de atividades urbanas e rurais do Distrito Federal e atualizado pelo Decreto nº 34.430/2013. Esta lei remete à NBR 10.151.

## 5.2 Tempo de Reverberação

De acordo a Figura 2, que apresenta o Tempo de Reverberação ótimo para a frequência de 500 Hz, em função do volume e do uso. Tabela 4 mostra



volume em metros cúbicos e o Tempo de Reverberação ideal conforme a NBR 12.179.

Tabela 4:  $TR_{60}$  em função do volume.

Volume (m <sup>3</sup> )	TR em 500 Hz
3.049,75	1,4

Os dados do Tempo de Reverberação para frequências menores que 125 Hz não foram considerados devido apresentar o desvio padrão muito acima das outras frequências. Isso porque os NPS emitido pelos balões não foram suficientes para uma análise adequada, assim sugere-se a utilização de balões 18 polegadas para estudos em ambientes com grande volume e elevado ruído ambiente. A faixa de frequência da voz humana varia de 50 Hz a 3500 Hz.

Tabela 5: Tempo de Reverberação

Freq.	R1		R2		R3		R4		R5		Méd. (s)	DPM (s)
	1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º	2º	1º	2º		
<b>125Hz</b>	1,95	1,83	1,83	1,21	1,21	1,73	1,98	1,86	2,15	2,26	1,80	0,35
<b>250Hz</b>	2,23	2,21	2,21	2,00	2,00	2,09	2,10	2,16	2,07	2,68	2,18	0,20
<b>500Hz</b>	<b>2,00</b>	<b>2,18</b>	<b>2,18</b>	<b>2,29</b>	<b>2,29</b>	<b>2,15</b>	<b>2,18</b>	<b>2,18</b>	<b>2,06</b>	<b>2,00</b>	<b>2,15</b>	<b>0,10</b>
<b>1kHz</b>	2,33	2,28	2,28	2,35	2,35	2,14	2,15	2,15	2,08	1,99	2,21	0,13
<b>2kHz</b>	2,34	2,07	2,07	2,13	2,13	2,00	1,99	1,94	1,98	1,90	2,06	0,13
<b>4kHz</b>	1,88	1,88	1,88	2,04	2,04	1,86	1,83	1,80	1,78	1,69	1,87	0,11
<b>8kHz</b>	1,50	1,53	1,53	1,37	1,37	1,48	1,43	1,44	1,33	1,30	1,43	0,08
<b>16kHz</b>	0,92	0,90	0,90	0,95	0,95	0,76	0,88	0,99	0,94	0,97	0,92	0,06

DPM – desvio padrão da média

Com forme a Tabela 5 o tempo médio de reverberação é 2,15 segundos na frequência 500 Hz, comparando o valor com o tempo ideal de 1,4 s, constatamos que o mesmo é 54% maior que o indicado pela norma. Tempo de Reverberação elevado prejudica a inteligibilidade da fala, assim como o conforto acústico. A inteligibilidade da fala nesse templo é afetada, devido ao Tempo de Reverberação ter apresentado um muito superior ao tempo ótimo estabelecido pela norma.

Um projeto acústico, mesmo que simplificado, poderia ter evitado este problema. Para as adequações é aconselhável a elaboração do projeto acústico, visando a adequação e gastos desnecessários.

### 5.3 Coloração da reverberação

A coloração da reverberação e a variação da coloração em termos percentuais são apresentadas nas Figuras 12 e 13, estes resultados foram obtidos a partir dos tempos de reverberação, medidos *in situ*.

Figura 12: Coloração da reverberação

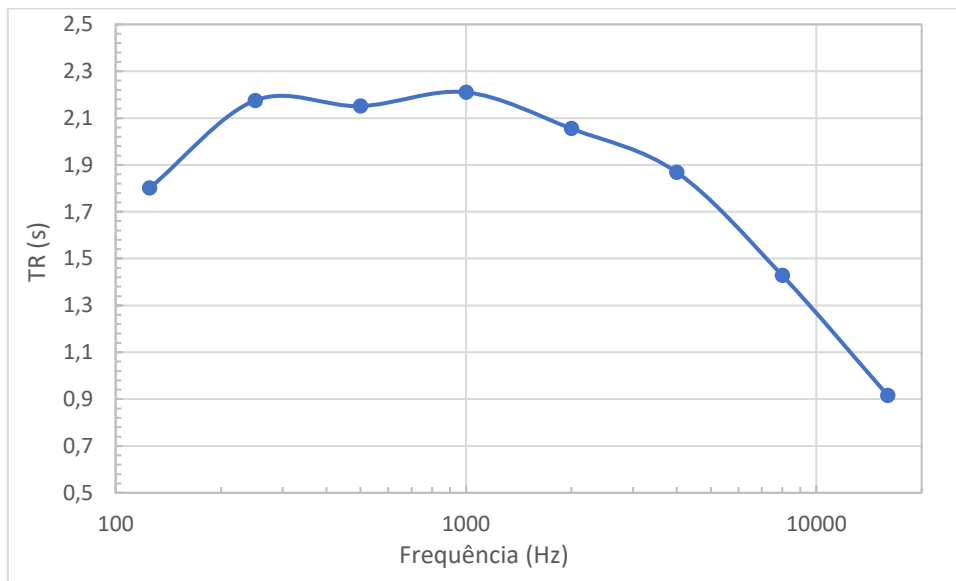
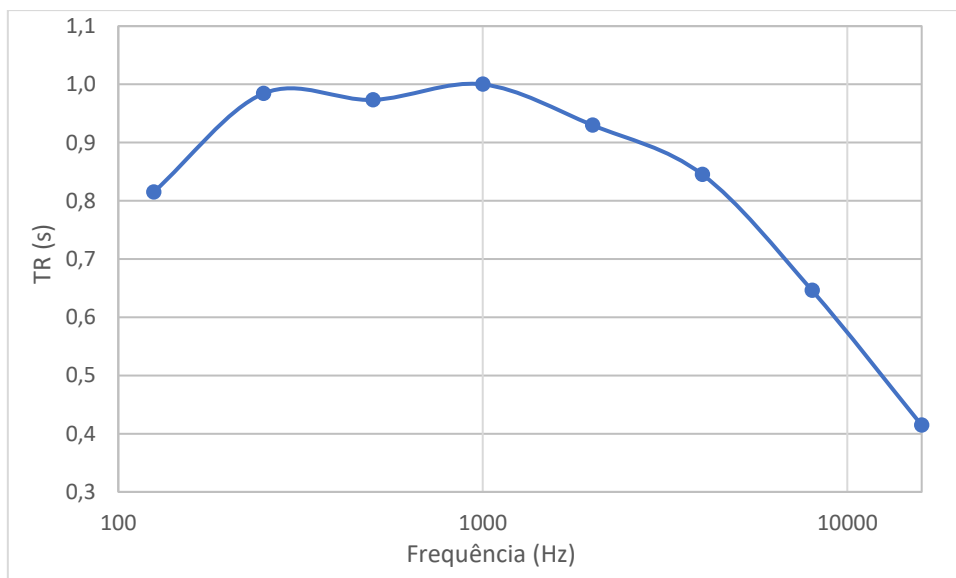


Figura 13: Coloração da reverberação em percentuais



Comparando a Figura 03 (VALLE, 2009, pag. 98), com a Figura 13, pode ser observado que a coloração da reverberação tem comportamento adequado para altas frequências, atingindo o valor correspondente a 40% do TR para 1 kHz. Porém, para altas frequências é indicado um aumento em até 75% do valor obtido para a frequência de 1 kHz, o que efetivamente não foi observado, há uma diminuição do TR para baixas frequências, em valores de 20% do valor obtido para 1 kHz, indicando uma condição desfavorável do ponto de vista da acústica.

Quando comparadas as Figura 12 e 13 com a Figura 3, podemos notar que a coloração do Tempo de Reverberação (variação da frequência) que se inicia na frequência de 125 Hz até a frequência 8 kHz se encontra na faixa de inaceitável e o intervalo da frequência de 8 kHz até a frequência 16 kHz estão na faixa de variação norma.

O formato da curva do Tempo de Reverberação apresentação não é ideal, já que havia um caimento no  $TR_{60}$  para as frequências mais altas. Essas variações ocorrem normalmente quando apenas um tipo de material é utilizado no tratamento acústico da sala, resultando no desequilíbrio na percepção dos sons graves (abaixo de 1 KHz) quanto dos sons agudos (acima de 1 KHz).

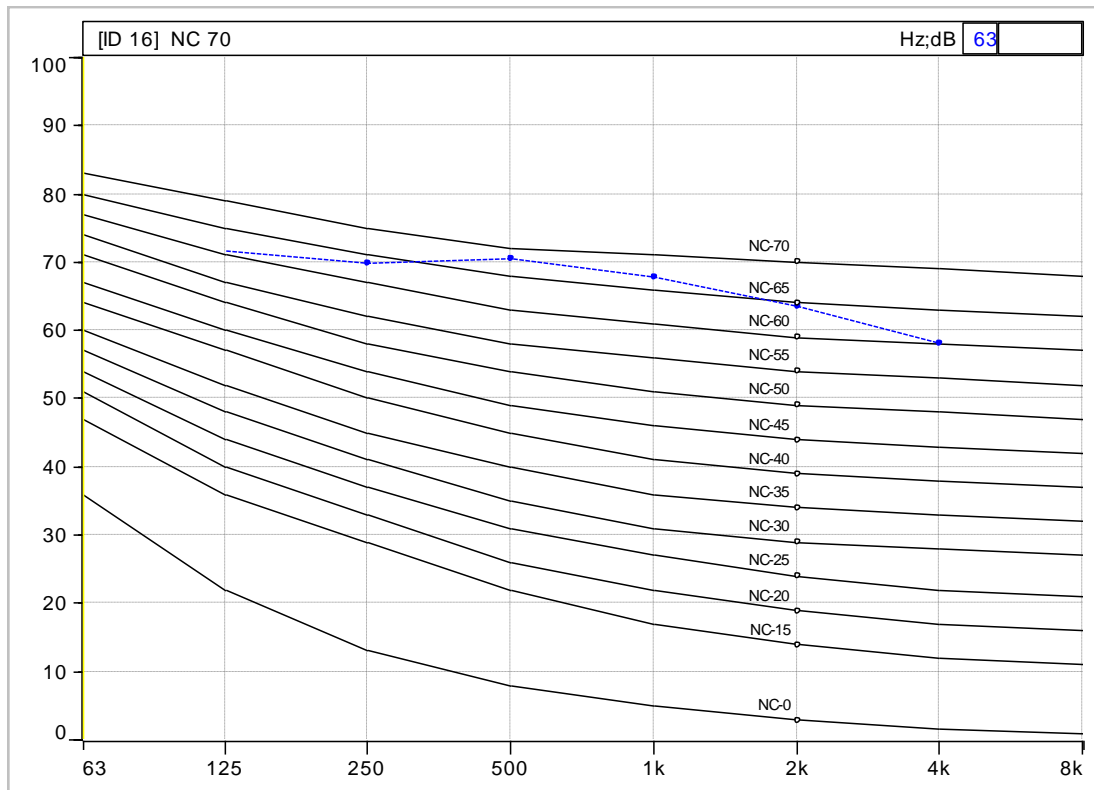
Os resultados indicam que a ausência do projeto acústico, prejudicou a qualidade acústica do ambiente, o que pode expor os fiéis a transtornos evitáveis.

#### **5.4 Noise Criteria (NC)**

A Figura 14 apresenta o NC para o Templo, que está relacionado com o som residual na vizinhança e o isolamento acústico do recinto.

Segundo a NBR 10.152 (ABNT, 1987), o NC para igrejas e Templos (Cultos meditativos), é de 35-45 valores abaixo dessa faixa e considerada como nível sonoro para conforto, e valores superior a 45 aos estabelecimentos conforme a norma são considerados de desconforto. O resultado obtido foi de 70 dB, indicando que o templo não apresenta o isolamento acústico adequado e que a vizinhança apresenta NPS elevados.

Figura 14: NC



O resultado reforça o que foi observado anteriormente em relação som residual na vizinhança do templo, níveis elevados de pressão sonora, somando-se ao isolamento acústico insuficiente.

## **6. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O aumento na quantidade de templos religiosos no Brasil observado nos últimos anos é significativo, porém em muitos casos a qualidade destes ambientes não permite que os mesmos sejam explorados em todo o seu potencial para o fim que se destina. No estudo de caso ficou demonstrado que a ausência do projeto acústico desencadeou no prejuízo do conforto acústico e na não observância das normas para este tipo de construção.

No estudo de caso, os parâmetros avaliados foram: Noise Critéria, Tempo de Reverberação, Coloração da Reverberação e NPS emitidos. Todos os parâmetros apresentaram desconformidade em relação às normas, com valores bem distantes dos recomendados.

A adoção de medidas mitigatórias, visando à adequação às normas e a legislação é recomendada, assim como a elaboração de um projeto acústico, para adequação das condições de conforto acústico. Esta melhoria, além de proporcionar um ambiente adequado aos fiéis irá melhorar a inteligibilidade da fala, acarretando numa melhor compreensão do que for dito.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agencia Brasília (2019) Disponível em <https://www.agenciabrasilia.df.gov.br/2019/05/13/gdf-usa-moeda-social-para-regularizar-igrejas-e-entidades-que-ocupam-areas-publicas/>> Acesso em 20/06/2019.
- ALVES. S. M. L. Análise da degradação ambiental urbana causada pelo ruído: O caso dos templos religiosos. 2004. 136f. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão Ambiental) – Universidade Católica de Brasília, UCB, Brasília, 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (1992). NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2017). NBR 10152: Acústica – Medição e avaliação de Níveis de Pressão Sonora em ambientes internos às edificações.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. (2019). NBR 10151: Acústica – Medição e avaliação de Níveis de Pressão Sonora em ambientes externos às edificações.
- Bistafa, S. R. (2006). Acústica aplicada ao controle do ruído (1ª ed.). São Paulo: Editora Edgard Blücher.
- Brandão, E. (2016). Acústica de salas projeto e modelagem (1ª ed.). São Paulo: Blucher.
- CARVALHO. A. P. O e MONTEIRO. C. G. Comparison of the acoustics of mosques and catholic churches, ICSV 16, Cracóvia, 2009.
- CARVALHO. A. P. O e NASCIMENTO. B. F. O. Acoustical characterization of the underground chapels of the new Holy Trinity church in the Fatima shrine, Portugal, EAA, Aalborg, 2011.
- CARVALHO. A. P. O. e CRUZ. M. T. Igrejas modernas com problemas acústicos o caso da igreja Nossa Senhora da Conceição (Porto), Revista TecniAcustica, Cárceres, 2011.
- CARVALHO. A. P. O. e SILVA. P. M A. Caracterização acústica da megaigreja da Santíssima Trindade – Fátima, Revisa TecniAcustica, Cádiz, 2009.
- CARVALHO. A. P. O. e SILVA. P. M. A. Sound, Noise and Speech at the 9000-Seat Holy Trinity Church in Fatima, Portugal, Archives of Acoustics 2010, Porto, 2010.

DISTRITO FEDERAL (2008) Disponível em < [https://www.migalhas.com.br/arquivo\\_artigo/art20110404-01.pdf](https://www.migalhas.com.br/arquivo_artigo/art20110404-01.pdf) > acesso em 25/06/2019

G1 (2013) Disponível em < <http://g1.globo.com/sp/ribeirao-preto-franca/noticia/2013/06/vizinho-chama-policia-56-vezes-e-processa-igreja-evangelica-por-barulho.html>> acesso em 25/06/2019.

GARAVELLI, S. L. ; ALVES, Sever Marcos Leal. A contaminação ambiental devido aos templos religiosos em Goiânia. Revista de Estudos Ambientais, v. 8, p. 54-62, 2006.

GARAVELLI, S. L. e ALVES, S. M. L. A contaminação ambiental devido aos templos religiosos em Goiânia, Revista de Estudos Ambientais, Santa Catarina, no prelo, dez. 2006.

GARAVELLI, S. L. e ALVES, S. M. L. Os sons emitidos por templos religiosos, na visão dos vizinhos e frequentadores, Revista Acústica & Vibrações, Brasília, jan. 2007.

Gazeta do Litoral (2019) Disponível em < [http://blueinternet.com.br/gazetadolitoral/index.php?option=com\\_content&view=article&id=15365%3Aem-sete-anos-regiao-ganha-566-novas-igrejas&Itemid=164](http://blueinternet.com.br/gazetadolitoral/index.php?option=com_content&view=article&id=15365%3Aem-sete-anos-regiao-ganha-566-novas-igrejas&Itemid=164)> Acesso em 20/06/2019.

GONÇALVES, C. E. Conforto acústico em templos religiosos: Um estudo de caso. 2010. 24f. Trabalho de Graduação (Graduação em Física) – Universidade Católica de Brasília, UCB, Brasília, 2010.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD (ISO) 2008:1973 Phenol, o-cresol, m-cresol and p-cresol for industrial use; Determination of crystallizing point after drying with a molecular sieve.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARD (ISO) 3382:1997, Acoustics – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters.

LOUREIRO. J. P. G. e CARVALHO. A. P. O. Metodologia Multi-critério para a Análise da Qualidade Acústica em Igrejas. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia Universidade do Porto, FEUP, Porto, 2008.

MOSCATI, S. R. Desempenho acústico de templos e igrejas: Subsídios à normalização. 2013. 172f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, USP, São Paulo, 2013.

O GLOBO (2017) <<https://oglobo.globo.com/brasil/desde-2010-uma-nova-organizacao-religiosa-surge-por-hora-21114799>> Acesso em 20/06/2019

O Popular (2016) – 03/01/2016 Disponível em <<https://www.opopular.com.br/noticias/cidades/igrejas-neg%C3%B3cios-t%C3%AAm-l%C3%B3gica-econ%C3%B4mica-1.1015642>> acesso em 20/06/2019.

OLIVEIRA. P. L e OITICICA. M. L. G. R. Legislações e acústica urbana: Ouvindo os templos na cidade de Maceió, Puris, Maceió, out. 2016.

PEGORER, M. H. M. Condições de Conforto Acústico em Templos Religiosos: Estudo de caso do Santuário Nossa Senhora do Perpétua Socorro, Brasília, Distrito Federal, 2017.

POLITIZE! (2019) Disponível em < <https://www.politize.com.br/poluicao-sonora-crime-ambiental/>> acesso em 25/06/2019.

SECRETARIA MUNICIPAL DE COORDENAÇÃO DAS SUBPREFEITURAS. Programa de Silêncio Urbano. Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo, 2009.

STIERLIN, H. Encyclopedia of Word Architecture (2ª ed.) Cologne: Editora Benedikt Taschen Verlag GmbH, 1994.

TAKAHASHI, V. F. M. Influência das Características Arquitetônicas na Qualidade Acústica de Salas de Concerto. Campinas, 2010. Dissertação (Mestrado em Engenharia civil) - Faculdade de Engenharia Civil Arquitetura e Urbanismo, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

TAVARES. M. A. S. M. P. et al. Pre-restoration subjective acoustic comfort in the Goan church of Nossa Senhora do Pilar, SFA, Nova Deli, 2013.

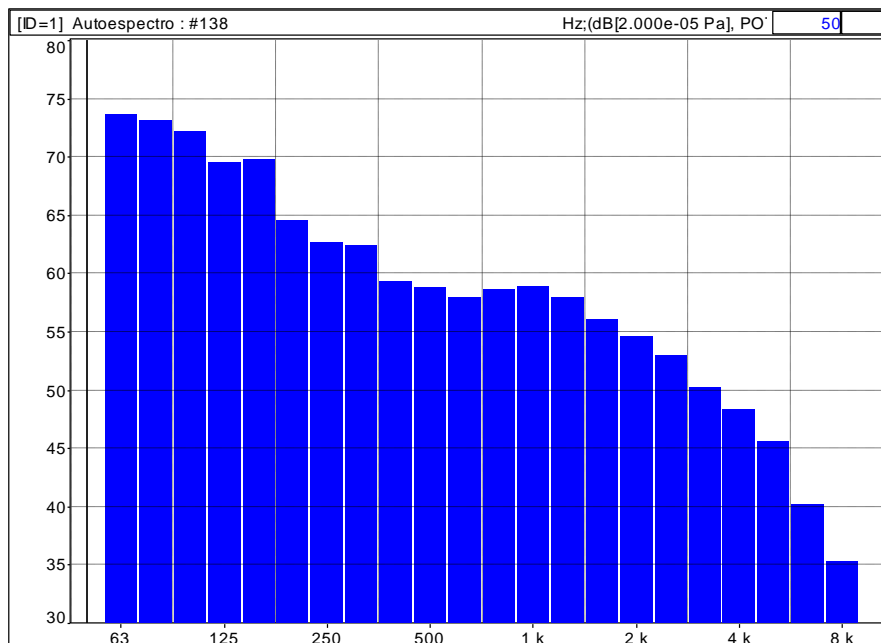
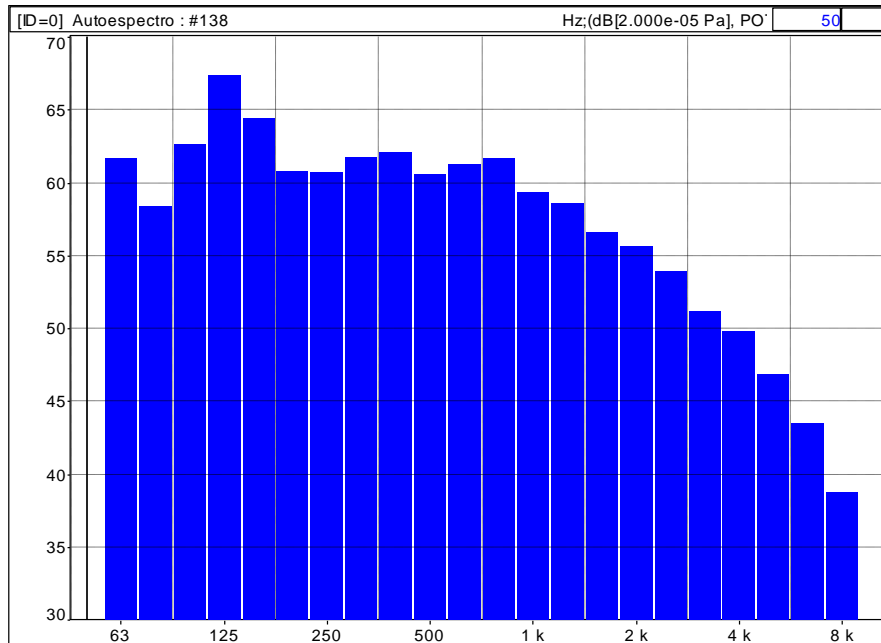
VALLE, S. Manual Prático de Acústica, Editora: Musica Tecnologia, 2009.

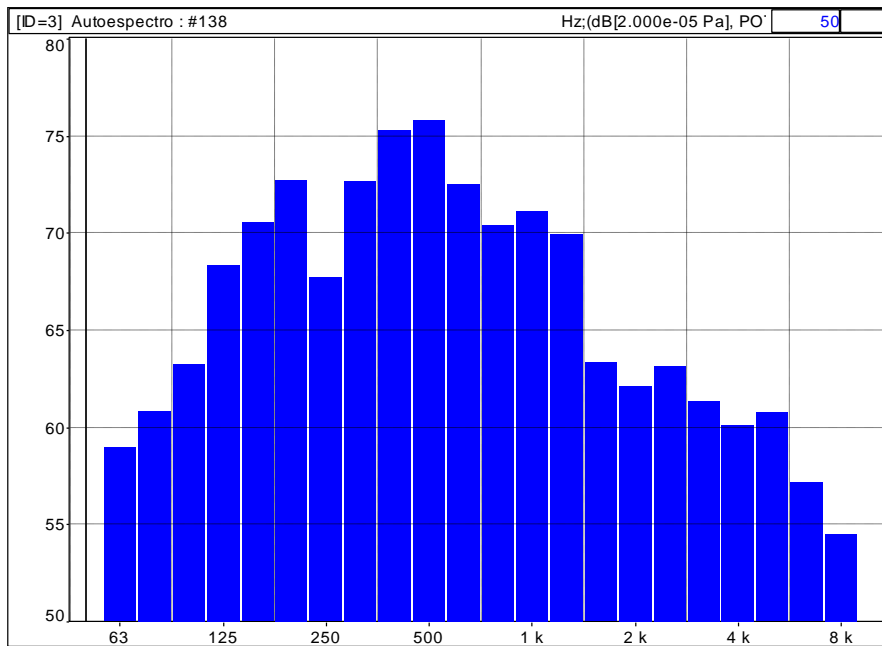
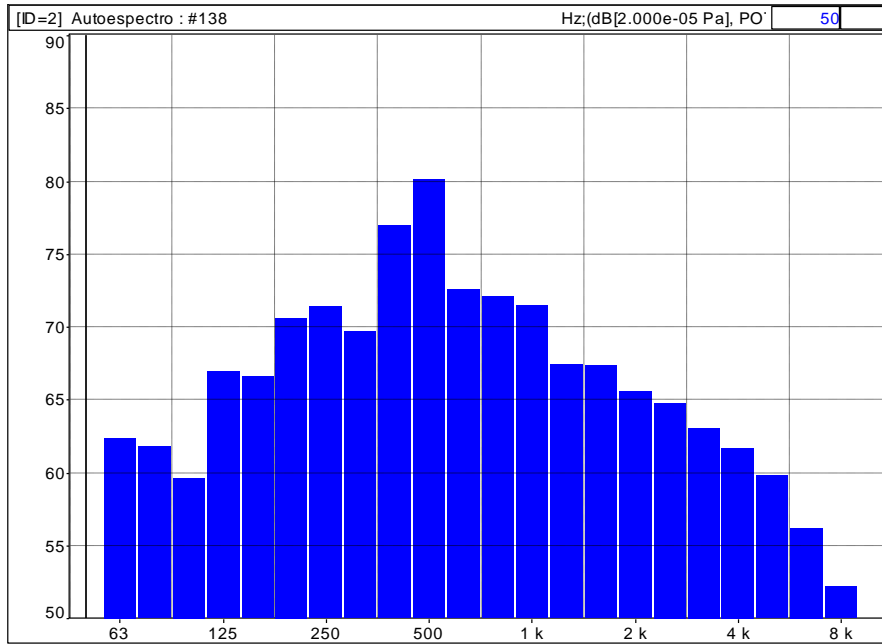
Wbrasil.com (2019) Disponível em < <http://wbrasil.com/Religioso.htm>> acesso em 24/06/2019.

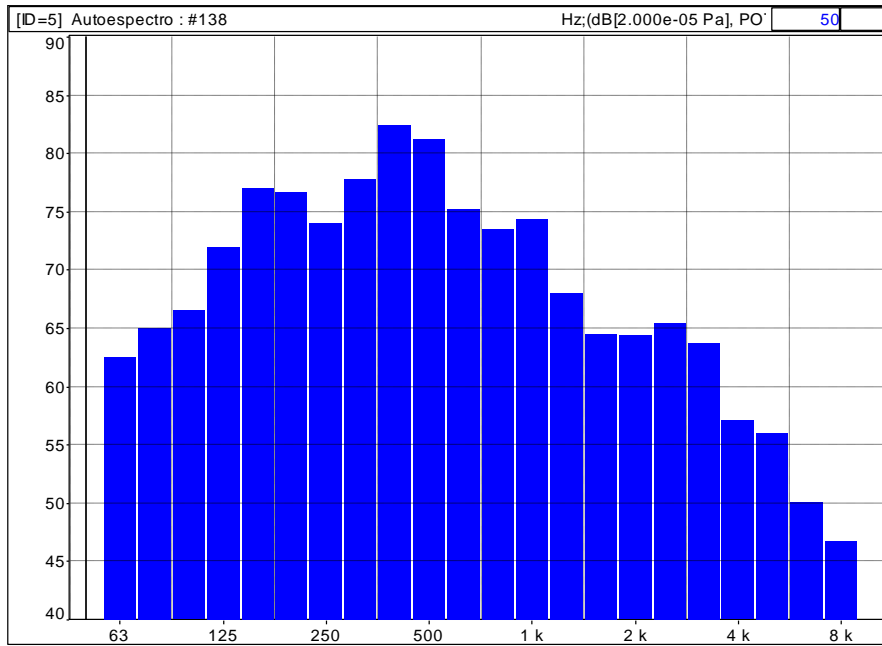
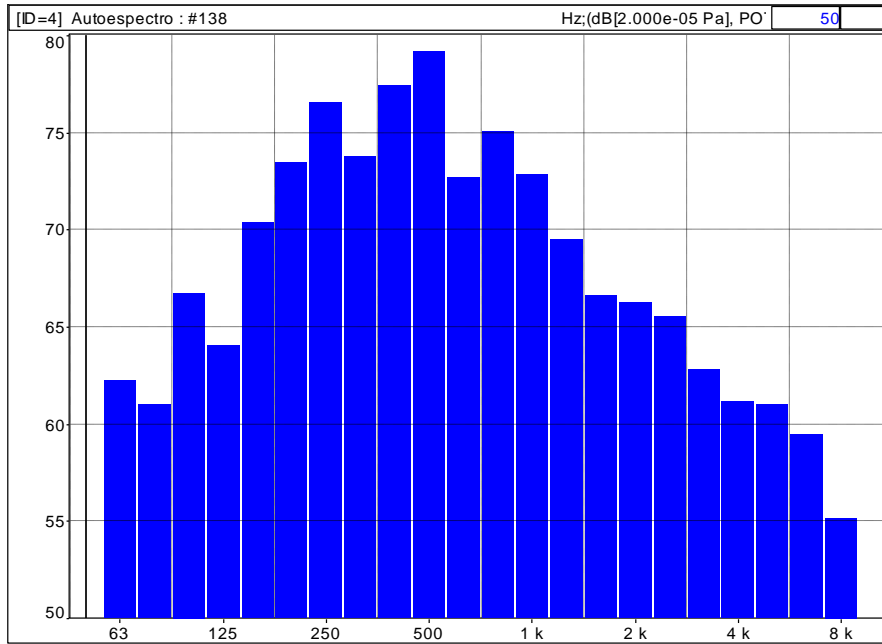


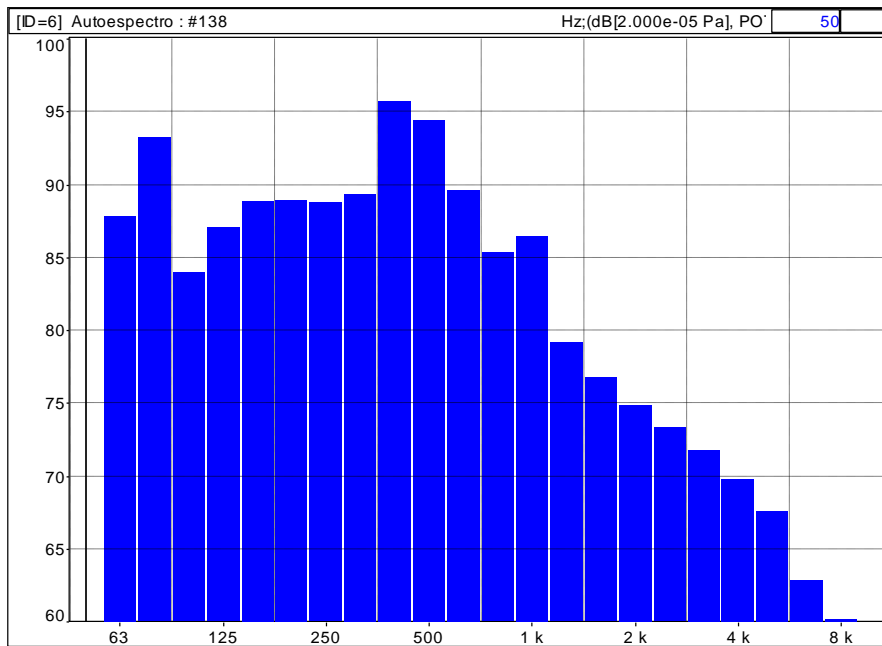
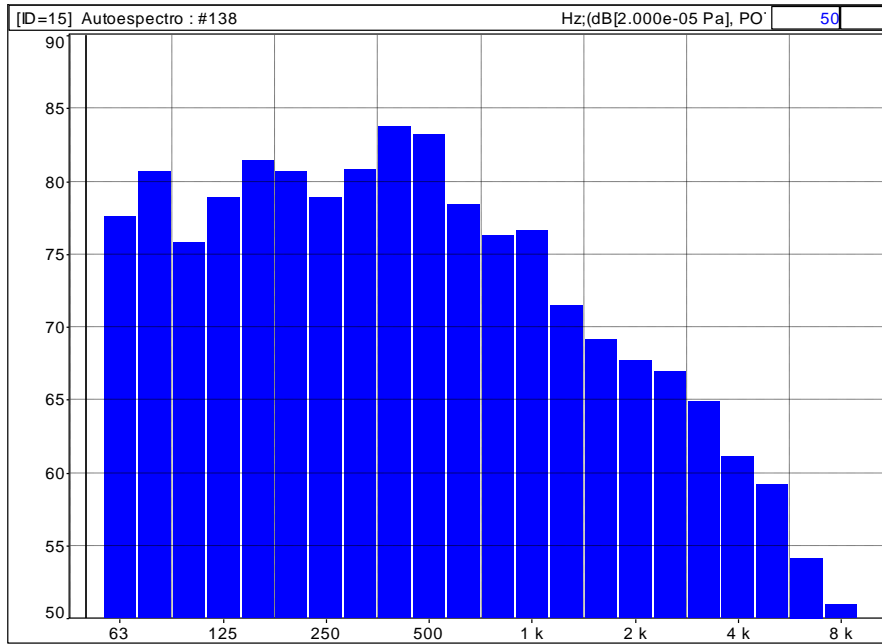
## 8. APÊNDICE

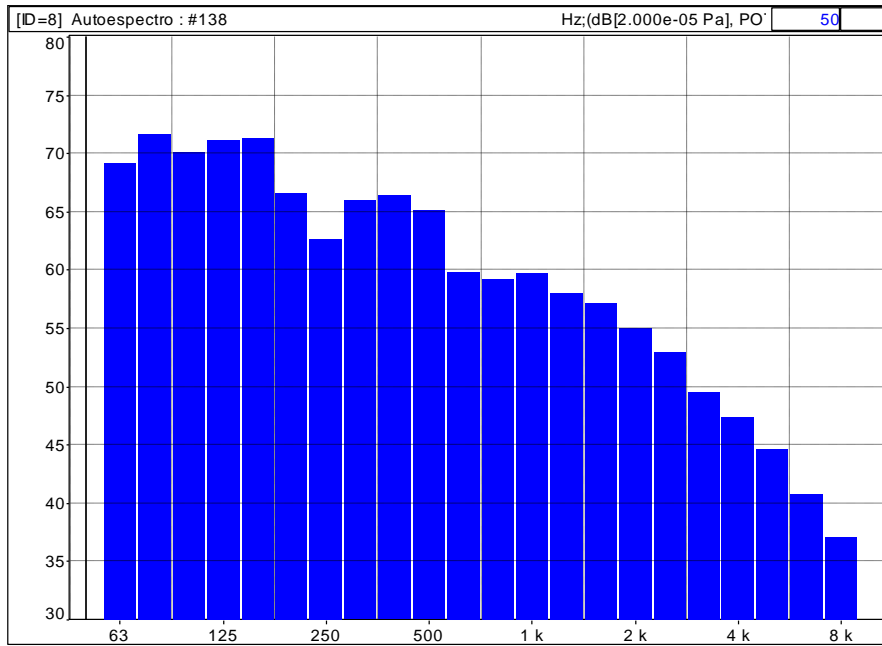
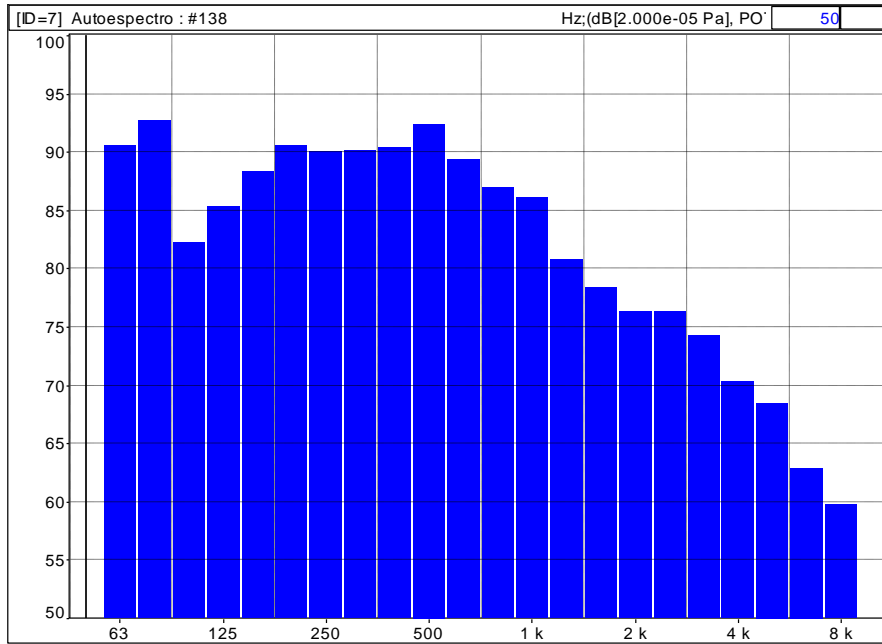
Níveis de pressão em bandas de 1/3 de oitavas.

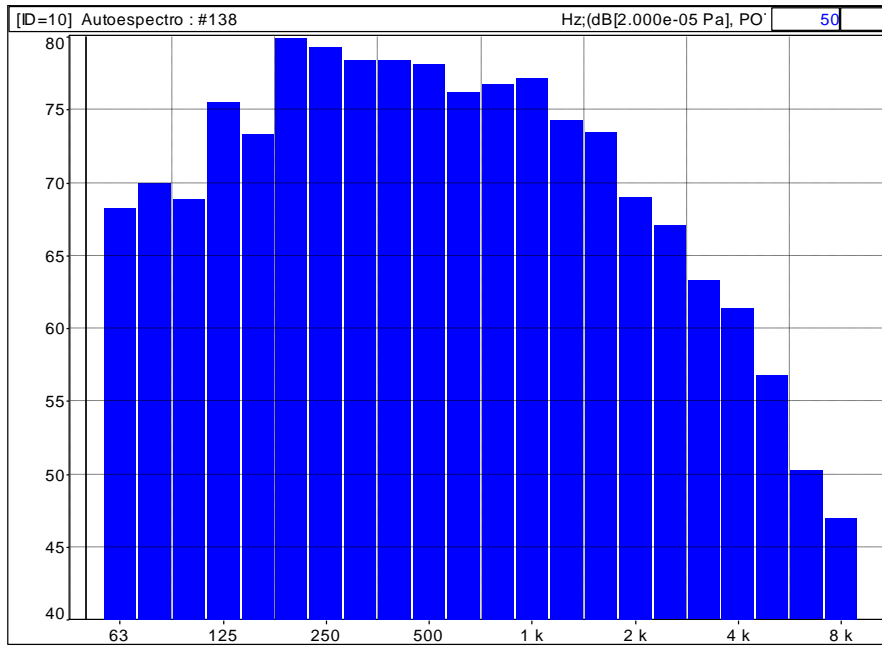
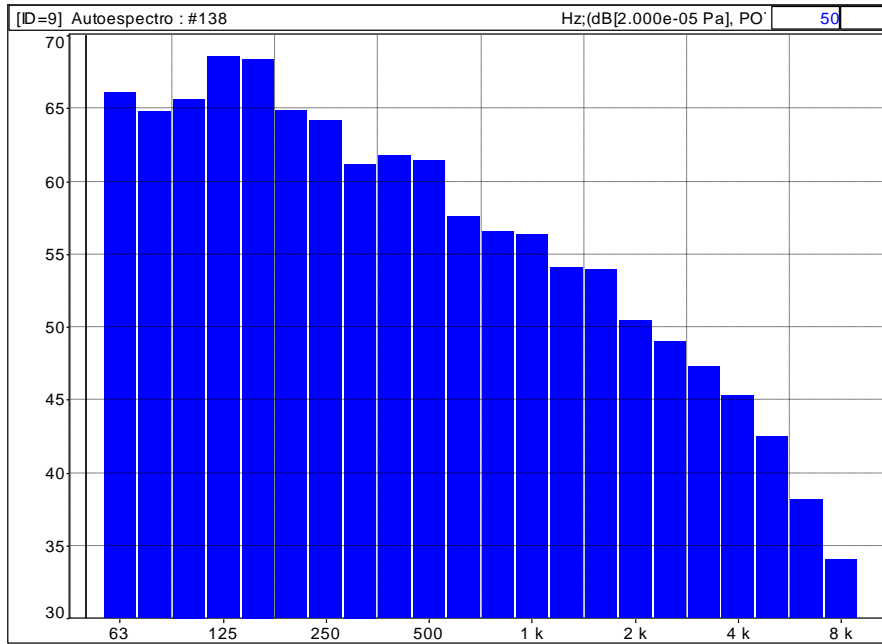


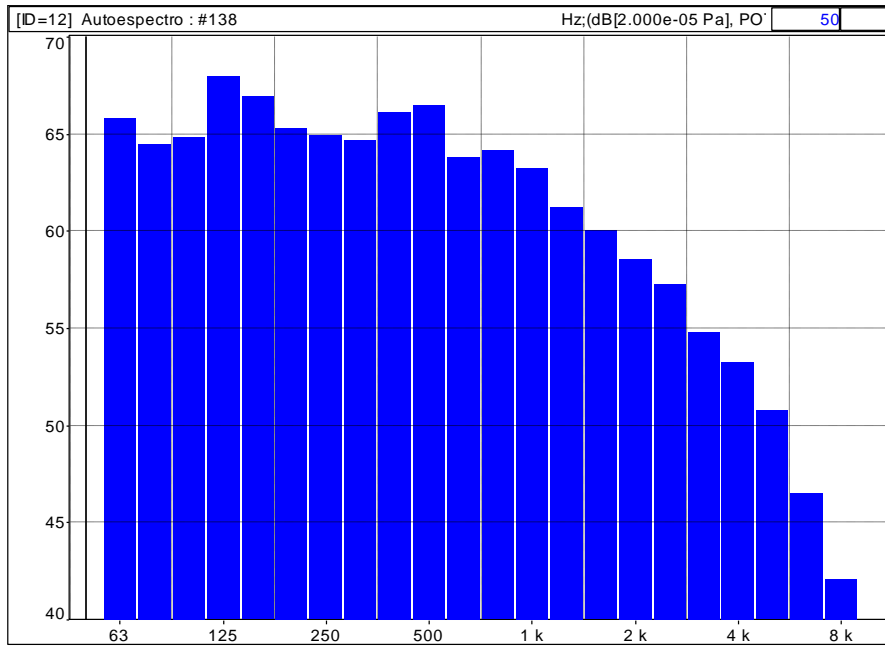
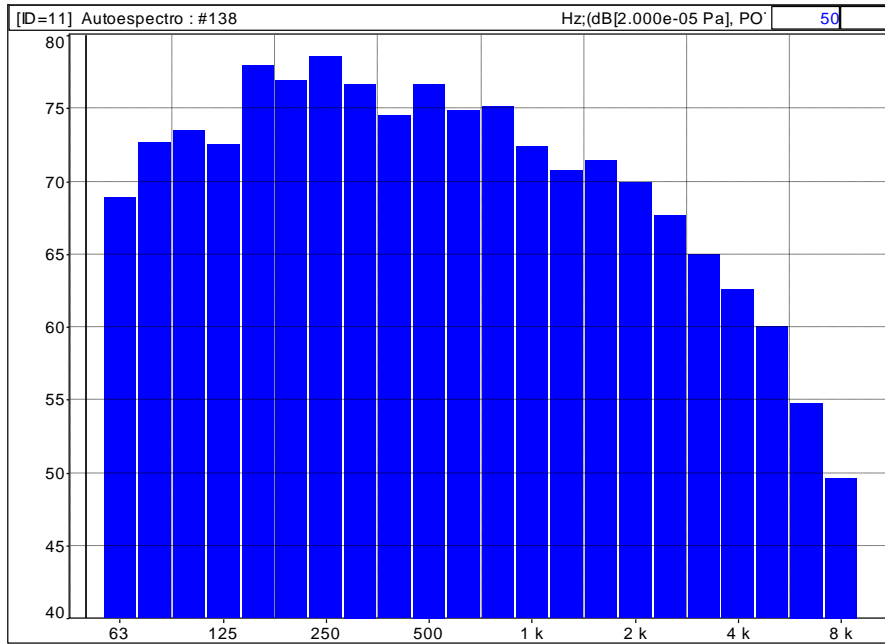












## Dados do tempo de reverberação (TR)

