

PROJETO ACÚSTICO DE UMA SALA DE CONCERTOS/RECITAIS

Adriano Inéia¹, Angélica Cristine Ghiggi², Rodrigo Spinelli³

Resumo: A proposta deste estudo é avaliar e propor um projeto acústico eficiente para uma sala de concerto/recital. As soluções foram adotadas conforme os materiais fornecidos pelo comércio especializado da área. O plano de fundo do estudo é melhorar o condicionamento e desempenho acústico, a fim de aperfeiçoar as condições sonoras. Além disso, será determinado o tempo de reverberação para a frequência de 500 Hz.

Palavras-chave: Desempenho acústico. Condicionamento acústico. Reverberação.

1 INTRODUÇÃO

De maneira geral, as decisões e medidas construtivas são fundamentais para assegurar o condicionamento acústico. Sendo este anteriormente previsto em projeto, mais precisamente no arquitetônico. Outro ponto primordial é o de verificar a orientação e a constituição da fachada, tendo como finalidade a de garantir o conforto acústico do ambiente, nesse caso o concerto/recital (BORGES, 2013).

O condicionamento acústico tem como desígnio o de melhorar a qualidade acústica de qualquer espaço. Propiciando, a melhoria da audição e estímulos sonoros ocasionados no interior do espaço, ou até minimizar o ruído em locais que necessitem de silêncio como hospitais, clínicas e entre outros (CARVALHO, 2006). Mas, sobretudo a ação de distribuir o som, com a frequência, intensidade e altura adequadas, e por consequência ajustando a

1 Engenheiro civil diplomado pela Universidade do Vale do Taquari – Univates. Pós-graduando da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul PUC RS nos cursos de MBA em Gestão, empreendedorismo e marketing e Pós-graduação em finanças, investimento e banking.

2 Engenheira civil diplomado pela Universidade do Vale do Taquari – Univates.

3 Professor da graduação da Univates. Arquiteto e urbanista diplomado pela Universidade do Vale dos Sinos – UNISINOS. Doutorando em ambiente e desenvolvimento PPGAD pela Universidade do Vale do Taquari – Univates.

reverberação do local, extinguindo os ecos, sombras sonoras e concentração de som (MOSCATI, 2013).

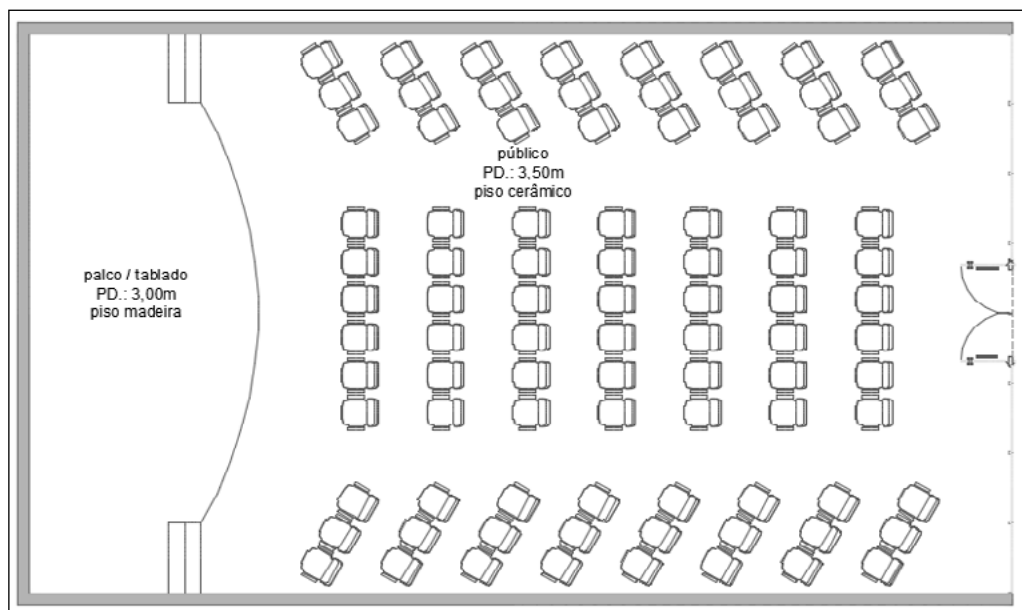
Isolamento sonoro é uma medida que inibe ou assegura a transmissão sonora, ocasionada por um determinado elemento. Sartori (2016) afirma que a transmissão sonora pode ocorrer por sons aéreos ou por percussão, ou seja, pela estrutura. A reverberação segundo a NBR 12179/1992 define esse termo como o tempo necessário para que o som deixe de ser ouvido, quando extinto a fonte sonora, o som deve sofrer um decréscimo na intensidade de 60 dB.

O projeto acústico deve ser projeto juntamente com o projeto arquitetônico, pois forma uma única obra. Portanto, o presente estudo apresenta procedimentos para o tratamento acústico de uma sala de concerto e recitais, visando a audibilidade ideal para o ambiente e que atenda a todas as normas vigentes que regularizam este tipo de projeto (ZEIN, 2001).

1.1 Apresentação do projeto inicial

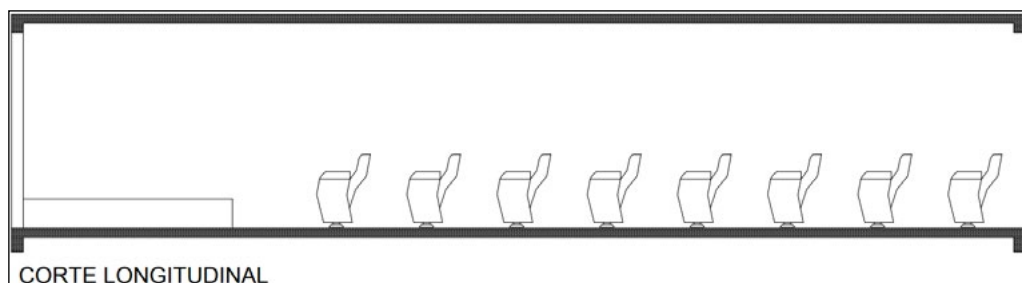
O concerto/recital tem capacidade de 90 acentos, do qual é constituído de madeira maciça revestida de tecido camurça e tamanho de 0,45 x 0,45 cm. O espaço possui as seguintes dimensões internas 17,00 x 10,00 m, o pé direito no palco/tablado (madeira) é de 3,0 m, já na plateia o pé direito é de 3,50 m e o piso revestido de cerâmica. O teto é de concreto rebocado e pintado de cor escura. A fachada do concerto/recital é composta por janelas convencionais de 10,00 x 3,00 m com vidro liso de 6 mm, já as outras paredes são de alvenaria e revestidas de reboco liso. Figura a seguir representa a planta baixa da sala de concertos/recitais.

Figura 01 – Planta baixa da edificação.



Fonte: Spinelli (2019).

Figura 02 – Corte longitudinal da edificação



Fonte: Autores(2019)

2 MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO INICIAL

2.1 Cálculo do Volume do Ambiente

Primeiramente calculamos o volume total do espaço.

2.1 Materiais existentes na sala de concertos/recitais

Os materiais presentes na sala estão descritos na tabela abaixo.

Quadro 1- Levantamento dos materiais existentes

| |
|--|
| Materiais Empregados |
| Piso cerâmico |
| Palco de madeira |
| Teto em concreto rebocado e pintado |
| Paredes em alvenaria com reboco liso |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm |
| Cadeiras de madeira maciça vazia |
| Vão aberto |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada |

Fonte: Autores (2019).

2.1.2 Cálculo das áreas superficiais de cada material

Quadro 2- Áreas superficiais dos materiais

| Materiais Empregados | Superfície (m ²) |
|--|------------------------------|
| Piso cerâmico | 134,93 |
| Palco de madeira | 35,07 |
| Teto em concreto rebocado e pintado | 170,00 |
| Paredes em alvenaria com reboco liso | 154,00 |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm | 26,01 |
| Cadeiras de madeira maciça vazia | 7,29 |
| Vão aberto | 3,99 |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada | 10,935 |

Fonte: Autores (2019).

2.1.3 Coeficiente de absorção alfa sabine (α)

Os coeficientes de absorção alfa sabine foram retirados na Tabela 1 da NBR 12179/1992, através da frequência de 500 Hz.

Quadro 3- Coeficientes de absorção das frequências

| Materiais Empregados | Coeficientes de Absorção p/ a Frequência 500 Hz |
|--|---|
| Piso cerâmico | 0,05 |
| Palco de madeira | 0,25 |
| Teto em concreto rebocado e pintado | 0,02 |
| Paredes em alvenaria com reboco liso | 0,02 |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm | 0,18 |
| Cadeiras de madeira maciça vazia | 0,17 |
| Vão aberto | 1,00 |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada | 0,44 |

Fonte: Autores (2019).

2.1.4 Absorção sonora

Conforme a fórmula abaixo, o somatório dos produtos é calculado pela multiplicação da área dos materiais pelos seus respectivos coeficientes de absorção sonora nas frequências indicadas.

Quadro 4- Somatório dos produtos.

| Absorção Sonora | |
|--|--------|
| Materiais | 500 Hz |
| Piso cerâmico | 6,75 |
| Palco de madeira | 8,77 |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada | 4,81 |
| Teto em concreto rebocado e pintado | 3,40 |
| Paredes em alvenaria com reboco liso | 3,08 |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm | 4,68 |
| Cadeiras de madeira maciça vazia | 1,24 |
| Vão aberto | 3,99 |
| Total: | 36,72 |

Fonte: Autores (2019).

2.1.5 Tempo de Reverberação atual do ambiente na mesma frequência

O TR é calculado a partir da fórmula abaixo que leva em consideração o volume e a absorção total do ambiente.

Quadro 5- Tempo de Reverberação atual.

| Tempo de Reverberação TR | |
|--------------------------|------|
| 500 Hz | 2,61 |

Fonte: Autores (2019).

2.1.6 Tempo de Reverberação ideal para o ambiente de 500 Hz

Para o Tempo de Reverberação a 500 Hz, foi utilizado o gráfico da NBR 12179/2000, sendo considerado a finalidade e o volume do ambiente.

Quadro 6- Tempo de Reverberação ideal para 500 Hz.

| Tempo de Reverberação Ideal TR 500 Hz - Sala de Concertos |
|---|
| 1,1 |

Fonte: Autores (2019).

Desta forma é necessário adicionar em média 50,37 sabines à absorção total para a frequência de 500 Hz.

2.1.7 Zona ideal

Quadro 7- Zona Ideal.

| Frequência | Zona Ideal | |
|------------|-------------|------------|
| | 10% a menos | 10% a mais |
| 500 Hz | 0,99 | 1,21 |

Fonte: Autores (2019).

2.1.8 Comparativo entre o Tempo de Reverberação atual e Tempo de Reverberação ideal das frequências.

Quadro 8- Comparativo entre TR atual e TR ideal

| Comparativo de TR | | |
|-------------------|--------------|--------------|
| Frequência | TR (s) atual | TR (s) ideal |
| 500 Hz | 2,61 | 1,1 |

Fonte: Autores (2019).

3 MEMORIAL DE CÁLCULO DO PROJETO PROPOSTO

3.1 Cálculo do Volume do Ambiente

Cálculo do volume total do espaço.

3.2 Materiais propostos para a sala de concertos/recitais

Os materiais propostos para a sala estão descritos na tabela abaixo.

Quadro 9- Levantamento dos materiais propostos.

| Materiais Empregados |
|--|
| Tapete bali macio |
| Palco de madeira |
| Teto de gesso |
| Paredes em alvenaria com chapa de acústica macia diretamente na parede |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm |
| Cadeiras de madeira maciça vazia |
| Vão aberto |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada (camurça) |

Fonte: Autores (2019).

3.3 Cálculo das áreas superficiais de cada material

Quadro 10- Áreas superficiais dos materiais.

| Materiais Empregados | Superfície (m ²) |
|--|------------------------------|
| Tapete bali macio | 134,93 |
| Palco de madeira | 35,07 |
| Teto de gesso | 170,00 |
| Paredes em alvenaria com chapa de acústica macia diretamente na parede | 154,00 |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm | 26,01 |
| Cadeiras de madeira maciça vazia | 7,29 |
| Vão aberto | 3,99 |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada (camurça) | 10,935 |

Fonte: Autores (2019).

3.4 Coeficiente de absorção alfa sabine (α)

Os dados utilizados nos coeficientes de absorção alfa sabine foram retirados na Tabela 1 da NBR 12179/1992, através da frequência 500 Hz.

Quadro 11- Coeficientes de absorção das frequências.

| Materiais Empregados | Coeficientes de Absorção p/ a Frequência 500 Hz |
|--|---|
| Tapete bali macio | 0,20 |
| Palco de madeira | 0,25 |
| Teto de gesso | 0,03 |
| Paredes em alvenaria com chapa de acústica macia diretamente na parede | 0,27 |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm | 0,18 |
| Cadeiras de madeira maciça vazia | 0,17 |
| Vão aberto | 1,00 |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada | 0,44 |

Fonte: Autores (2019).

3.5 Somatório dos produtos das diversas áreas pelos seus respectivos coeficientes de absorção sonora

Conforme a fórmula abaixo, o somatório dos produtos é calculado pela multiplicação da área dos materiais pelos seus respectivos coeficientes de absorção sonora nas frequências indicadas.

Quadro 12- Somatório dos produtos

| Absorção Sonora | |
|--|--------|
| Materiais | 500 Hz |
| Tapete bali macio | 26,99 |
| Palco de madeira | 8,77 |
| Cadeiras de madeira maciça vazia | 1,24 |
| Teto de gesso | 5,10 |
| Paredes em alvenaria com chapa de acústica macia diretamente na parede | 41,58 |
| Janelas convencionais com vidro liso 6mm | 4,68 |
| Cadeiras de madeira maciça ocupada | 4,81 |
| Vão aberto | 3,99 |
| Total: | 97,16 |

Fonte: Autores (2019).

3.6 Tabela com o Tempo de Reverberação atual do ambiente na mesma frequência

O TR é calculado a partir da fórmula abaixo que leva em consideração o volume e a absorção total do ambiente.

Quadro 13- Tempo de Reverberação atual

| Tempo de Reverberação TR | |
|--------------------------|------|
| 500 Hz | 0,99 |

Fonte: Autores (2019).

3.7 Tempo de Reverberação ideal para o ambiente de 500 Hz

Para o Tempo de Reverberação a 500 Hz, foi utilizado o gráfico da NBR 12179/2000, sendo considerado a finalidade e o volume do ambiente.

Quadro 14- Tempo de Reverberação ideal para 500 Hz

| Tempo de Reverberação Ideal TR 500 Hz - Sala de Concerto |
|--|
| 1,1 |

Fonte: Autores (2019).

Desta forma o valor obtido na faixa de 500 Hz foi de 97,16 sabines, valor este superior ao de 87,09 sabines necessários.

3.8 Zona ideal

Quadro 15- Zona Ideal

| Zona Ideal | | |
|------------|-------------|------------|
| Frequência | 10% a menos | 10% a mais |
| 500 Hz | 0,99 | 1,21 |

Fonte: Autores (2019).

3.9 Comparativo entre o Tempo de Reverberação atual e Tempo de Reverberação ideal das frequências.

Quadro 16- Comparativo entre TR atual e TR ideal

| Comparativo de TR | | |
|-------------------|----------|----------|
| Frequência | TR atual | TR ideal |
| 500 Hz | 0,99 | 1,1 |

Fonte: Autores (2019).

3.10 Comparativo entre o Tempo de Reverberação do projeto inicial e o Tempo de Reverberação do projeto proposto das frequências.

Quadro 17- Comparativo entre TR inicial e TR melhoria

| Comparativo de TR | | |
|-------------------|------------|--------------|
| Frequência | TR inicial | TR melhorias |
| 500 Hz | 2,61 | 0,99 |

Fonte: Autores (2019).

4 CONCLUSÃO

Conclui-se através dos resultados obtidos inicialmente, que o projeto não atendeu a NBR 12179/1995 que regulariza as salas de concerto/recital, no parâmetro de reverberação, além disso, o resultado encontrado excedeu a zona ideal de condicionamento acústico.

Posteriormente, as adaptações dos materiais empregados nos revestimentos (teto, forro, parede e piso) e a troca das cadeiras. Por consequência se constatou uma melhoria significativa na acústica do concerto/recital. Alcançando os parâmetros estipulados pela norma, ou seja, se enquadrando na zona ideal.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 12179 – Tratamento acústico em recintos fechados**. Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

BORGES, R. M. **Análise de desempenho térmico e acústico de unidades habitacionais construídas no conjunto habitacional Benjamin José Cardoso em Viçosa-MG**. Minas Gerais, 2013. Dissertação (Magister Scientiae em Engenharia Civil).

CARVALHO, Régio Paniago. **Acústica arquitetônica**. Brasília: Thesaurus, 2006.

MOSCATI, S. R. **Desempenho acústico de templos e igrejas: subsídios à normalização**. São Paulo, 2013. Dissertação (Mestre em Arquitetura e Urbanismo).

SARTORI, L. **Isolamento e condicionamento acústico de um salão de festas em um prédio residencial**. Porto Alegre, 2016. Tese (Engenharia Civil).

ZEIN, R. V. **Sala São Paulo de Concertos**. São Paulo: Alter Market, 2001.