

## ACÚSTICA PARA TEATROS

Kenydei Cazeloto\*  
Carlos Augusto de Melo Tamanini\*\*

**RESUMO:** Este trabalho busca apresentar procedimentos para o tratamento acústico de Teatros buscando analisar o uso adequado de materiais acústicos e condições que permitam a boa audição às pessoas presentes neste recinto, relatando formas e tamanhos adequados para Teatros, utilização de elementos decorativos com aplicações corretas de materiais difusores e absorventes, localização de fontes, tempos de reverberação em relação a volume e finalidades específicas para se projetar um Teatro.

**PALAVRAS-CHAVES:** Acústica – Teatro – Materiais

### INTRODUÇÃO

O tema escolhido para o Trabalho Final de Graduação, refere-se a um Teatro para a cidade de Umuarama; PR, no qual dentro deste tema aborda-se acústica para Teatros. O projeto acústico de um Teatro deve iniciar junto com o projeto arquitetônico, isto porque algumas decisões de acústica prevalecem sobre a arquitetura: geometria interna, volume, número de pessoas, materiais de acabamento, localização de casa de máquinas.

A arquitetura e acústica são um único elemento no projeto de um teatro, assim o presente trabalho apresenta procedimentos para o tratamento acústico de um Teatro, analisando as variáveis que permitam a inteligibilidade e audibilidade para a atividade a ser desenvolvida.

### METODOLOGIA

O encaminhamento da pesquisa partiu de um estudo dos temas que envolvem acústica para Teatro, realizado através de uma revisão bibliográfica, análise de projetos e entrevistas com os projetistas procurando relatar as diretrizes em seus projetos, abrangendo o máximo de informações possíveis para a elaboração de um projeto de Teatro.

Para se obter uma adequada qualidade acústica é necessário atender a pelo menos duas preocupações distintas: o isolamento acústico e o condicionamento acústico.

O tratamento acústico é um processo pelo qual se preocupa dar a um recinto condições que permitam a boa audição às pessoas presentes neste recinto ou a finalidade a que se destina.

### ISOLAMENTO ACÚSTICO

O primeiro passo em um projeto de isolamento acústico e controle de ruído é o planejamento, ou seja, observar suas operações preparatórias, desde a escolha do lugar até sua posição em planta. Em seguida devem-se definir os pontos em que receberão o isolamento acústico, determinando suas dependências em relação a tolerância de ruídos. A quantidade de isolamento depende da intensidade da fonte. Existem dois tipos de isolamento que devem ser considerados separadamente; sendo estes o isolamento contra ruído aéreo e o isolamento contra ruído de impacto.

### ISOLAMENTO CONTRA RUÍDO AÉREO

O ruído aéreo se refere a ruídos que se originam no ar, como por exemplo, rádios, etc.; as ondas sonoras que incidem

num fechamento produzem uma vibração no mesmo, obviamente em quantidade pequena, impossível de ver ou de sentir, e o fechamento, vibrando irradia energia para outro lado.

A quantidade de isolamento que o fechamento produz depende da frequência do som incidente e das características construtivas da parede. O mais usual é a parede dupla, pois o isolamento produzido por estas, é entre 5 e 10 dB superior ao produzido por uma parede simples do mesmo peso.

Segundo DE MARCO (1982), um aspecto importante que muitas vezes se esquece, é que o isolamento de um sistema construtivo se define pelo seu lado mais fraco. Vários pontos podem ser levantados; Não adianta separar com uma parede muito isolante duas salas contíguas, se o ruído pode-se transmitir por outros caminhos, como por exemplo, pela estrutura e janelas abertas.

Materiais com muitos poros transmitem muito mais do que um material maciço do mesmo peso (concreto celular, tijolos vazados). Uma porta ou uma janela com diferente índice de enfraquecimento do resto da parede abaixam sensivelmente o isolamento global.

Forros falsos, leves, apoiados em paredes que não continuam até o teto ocasionam canais apropriados para a condução dos ruídos indesejados.

### ISOLAMENTO CONTRA RUÍDO DE IMPACTO

Neste caso o mais importante é o impacto no piso, ou seja, os passos. A sonoridade que tais impactos ocasionam no local contíguo dependerá da construção do piso, e especialmente de sua superfície. O melhor é agir diretamente nessa superfície; usar superfícies macias que possam absorver o impacto.

A teoria indica uma separação estrita entre as superfícies do piso e do teto imediatamente inferior, seja através de estruturas independentes, ou com o chamado piso flutuante. Este piso consiste em uma laje de concreto ou um piso de tabuas de madeira apoiada numa capa de material flexível, sendo esta a lâ de vidro, isopor, borracha, etc; que por sua vez apóia na laje estrutural. O importante é que em nenhum ponto se estabeleça uma comunicação direta entre o piso e o forro inferior.

### MATERIAIS

Para se obter um devido sucesso no conforto acústico para teatros, são necessários que se apliquem materiais isolantes adequados para o tipo de isolamento que se deseja no ambiente escolhido, neste caso o Teatro. Constata-se desde

\*Graduando em arquitetura e urbanismo na Unipar kcazeloto@yahoo.com.br

\*\*Professor e Mestre em Construção Civil pela Universidade Federal de Santa Catarina, arquitetura-umu@unipar.br

logo a dificuldade de se obter materiais que possuam simultaneamente estes atributos. A borracha de má qualidade, por exemplo, possui a primeira, mas não satisfaz a segunda.

O ar é um excelente isolante não só pela sua baixa resistividade acústica como pela facilidade que tem de com ele se poder construir “colchões” verticais, o que o coloca no rol dos materiais de alta eficiência para o isolamento do som que caminha horizontalmente.

Quando se trata, no entanto, de sons que caminham na direção vertical, a coisa se complica pela dificuldade e elevado preço de construção de uma segunda laje. É então que se aplicam às lajes singelas materiais isolantes.

O concreto celular é um material que contém uma grande quantidade de pequenas bolhas de ar produzidas por uma espuma que lhe é agregada durante a sua confecção. Pode ser utilizado para revestimento isolante; entre outras coisas, divisões e elevações de pisos sob a forma de lajotas ou tijolos.

Os tecidos possuem fibras ou fios, vegetais ou animais, constituídas de inúmeras células peludas que absorvem as vibrações do ar. A sua absorção é máxima para os sons de frequência média, sendo também função de sua espessura.

Se, por um lado, apresentam grande facilidade quando de sua colocação, exibem por outro, a desvantagem de serem combustíveis. Outra vantagem é aquela que se faz sentir quando aplicados em cortinas que, em função do número de suas pregas, podem se tornar mais ou menos absorventes. Quanto mais pregueada, mais absorvente será uma cortina, seja de que tecido for. Existem tecidos de amianto que, sendo incombustíveis, apresentam também grande facilidade de absorções, malgrado o seu alto custo.

Os feltros, compostos de fibras animais, como crinas e pelos, reunidos e prensados, suas características variam muito segundo sua composição e seu modo de fabricação. Ostentam, no entanto, o inconveniente de sua própria constituição serem impregnados de substâncias que lhe diminuem as qualidades acústicas, ao mesmo tempo em que propiciam a proliferação das traças.

O linóleo, não é solicitado como material absorvente, mas, é um grande amortecedor de vibrações mecânicas. Possui também as vantagens de exibir padrões decorativos agradáveis, além da facilidade com que pode ser pregado ou mesmo colocado.

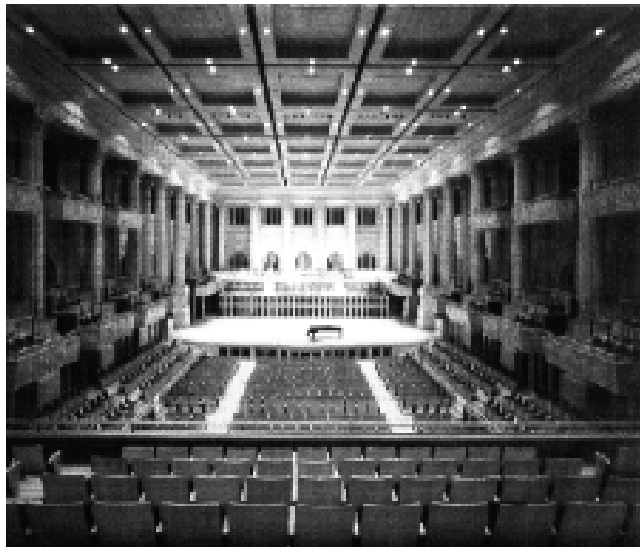
A lã de vidro é um material relativamente caro que apresenta três grandes vantagens: é imputrescível, incombustível e inatacável por todos os animais. Como absorvente e isolante de som se equivale ao feltro natural, sendo por esta razão muito procurado. É francamente utilizado onde a incombustibilidade é obrigatória.

As placas de isolamento do tipo acústico são perfuradas e elaboradas com fibras de madeira. Estas fibras, cuidadosamente lavadas, prensadas, secas e depois submetidas a tratamentos químicos especiais, contém milhares de células de ar. São estas células, juntamente com as perfurações das placas que absorvem o som.

Estas placas apresentam vantagens como o alto coeficiente de reflexão luminosa, podendo ser pregado e serrado sem o perigo de lascas, sendo que o seu pouco peso permite também que seja colado.

Alguns destes materiais foram utilizados na Sala São Paulo de Concertos (figura 01), sendo esta, uma das obras

mais bem executadas no que se refere a tratamento acústico no Brasil. Além de comportar um grande número de espectadores, a Sala São Paulo, possui um sistema de teto móvel, controlado por computador, capaz de definir o volume de ar do ambiente controlando o tempo de reverberação, podendo ajustar o recinto para qualquer tipo de espetáculo.



**CONDICIONAMENTO ACÚSTICO**  
Figura 01- Sala de Concertos São Paulo - ZEIN (2001)

O condicionamento acústico é o processo pelo o qual se procura garantir em um recinto o tempo ótimo de reverberação e, se for o caso, também a boa distribuição do som.

O tempo de reverberação e a forma do recinto são muito importantes para que se obtenha um condicionamento acústico ideal. A simples existência de fechamentos num recinto da origem aos sons refletidos, e implica no surgimento da intensidade reverberante, sendo conhecida assim como reverberação. Este fenômeno incide de três modos na distribuição do som no recinto:

Como a absorção dos diferentes materiais é seletiva com a relação à frequência, o espectro do som reverberante não coincide com o som do direto;

Uma vez que os materiais absorventes não serão distribuídos homogeneamente no recinto, por exemplo, estão concentrados nas paredes, a distribuição espacial do som não é homogênea; e o som reverberante persiste um certo tempo no local, depois da fonte deixar de emitir som.

No caso da reverberação persistir muito tempo depois da extinção do som direto, isso virá a perturbar a clara percepção do som, ou seja, a inteligibilidade de um discurso. Se o som desaparece imediatamente, além de dificultar a audição em pontos afastados da fonte, prejudica a percepção de alguns tipos especiais de fonte sonora.

Como a absorção dos materiais depende da frequência do som, a quantidade de som reverberante e o tempo de reverberação também dependeram dela. Tempos ótimos de reverberação foram determinados experimentalmente em função do volume do local e do seu uso.

A forma de um recinto é considerada também muito importante no condicionamento acústico do local.

Antes de definir a forma de um teatro deve-se em primeiro lugar observar a existência de superfícies refletoras capazes de produzir ecos no palco e nas primeiras filas da platéia. Isto acontece com paredes posteriores do auditório,

devido aos ângulos que formam com o som direto e com a absorção de revestimentos. Superfícies côncavas devem ser evitadas, pois produzem focalizações.

Para obter homogeneidade na distribuição do som é preciso criar possibilidades de difusão, com descontinuidades entre paredes e tetos, colunas e materiais de revestimento absorvente.

No caso de salas grandes deve-se apoiar a quantidade de som direto aproveitando a emissão do som, colocando superfícies refletoras perto das fontes; painéis do primeiro forro da platéia serão também refletores.

No caso do volume do auditório ser alto, seu tempo de reverberação também será alto e a taxa de inteligibilidade será menor. Nesse caso é muito importante que o som que chega ao ouvinte saia direto da fonte.

Os raios refletidos não devem ultrapassar mais que 17 m os raios diretos, pois podem gerar fontes de ecos. Uma regra prática dá um ângulo mínimo de 8° graus de elevação aos auditórios devido a controlar a energia sonora absorvida pela platéia.

Na existência de balcão, sugere que a superfície inferior do balcão seja refletora e a altura do balcão não deve ser menor do que a metade da profundidade da área inferior ocupada por cadeiras. Para que a absorção da própria pessoa se aproxime à necessária distância para um tempo de reverberação ótimo, o volume de pessoa não devesse exceder os 5 m<sup>3</sup>.

Segundo DE MARCO (1982), as técnicas mais avançadas de teatro mudaram completamente a forma do teatro tradicional, no qual a área de atuação e a do público estão bem delimitadas e separadas uma da outra. Hoje, o arquiteto deve prever maior flexibilidade para um teatro; a possibilidade de mudar a disposição interior, considerar, que qualquer ponto do espaço pode ser considerado de atuação. Acusticamente, isto exige uma concepção totalmente diferente, uma distribuição tal, que permita que o som de cada ponto seja perfeitamente percebido em qualquer outro ponto da sala.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um Teatro deve ser entendido como um espaço que busca fornecer aos espectadores e público alvo, a informação, a caracterização e importância da cultura para a sociedade.

De modo geral os espaços de eventos teatrais, estão tentando acompanhar a evolução tecnológica dos materiais acústicos e tecnologias de construção, procurando trazer funcionalidade e estética arquitetônica aos Teatros.

É importante ampliar o conhecimento e modernizar o sistema construtivo, concebendo e construindo novos espaços que acompanham esta evolução mundial,

Um dos maiores problemas, de acordo com SILVA (2002), refere-se à diversidade de utilização das salas de Teatros, que muitas vezes é usada para conferências, para óperas, para concertos, etc. O ideal uma sala específica para cada finalidade, assim aborda-se diretrizes projetuais específicas para tal finalidade, representação teatral.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DE MARCO, Conrado S. **Elementos de Acústica Arquitetônica**. São Paulo: Nobel, 1982.
- SILVA, Pérides. **Acústica Arquitetônica e Condicionamento de Ar.** Belo Horizonte: EDTAL: Empresa Termo Acústica LTDA, 2002.
- LIMA, José de. **Física Básica para Arquitetura: Mecânica, Transmissão de Calor, Acústica**. Brasília: Unb, 1994.
- CARVALHO, Benjamin de a. **Acústica Aplicada à Arquitetura**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1967.
- NBR 0125: 1971 – **Norma para tratamento acústico em recintos fechados** / Associação Brasileira de Normas Técnicas. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.
- ZEIN, Ruth Verde. **Sala São Paulo de Concertos**. São Paulo: Alter Market, 2001.