

# AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS ACÚSTICOS DE UM CINEMA NA CIDADE DE MARINGÁ

Carlos Augusto de Melo Tamanini<sup>1</sup>, Sylvio Reynaldo Bistafa<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Estadual de Maringá  
camtamanini@uem.br; ctamanini@usp.br; ctamanini@uol.com.br

<sup>2</sup>Universidade de São Paulo  
sbistafa@usp.br

## Resumo

Diversos fatores influenciam o resultado acústico de um ambiente. Controlar estes fatores é, portanto, fundamental quando se trata de espaços com necessidades acústicas específicas, como é o caso de cinema. Através da seleção de uma sala de cinema da cidade de Maringá, foram avaliadas as características acústicas, por intermédio da apropriação de grandezas acústicas objetivas e subjetivas, obtidas a partir de medições e simulações. De posse desses resultados, foram analisadas as condições acústicas da sala, verificando a sua adequabilidade às necessidades acústicas e à tecnologia adotada. Fez-se e a avaliação da qualidade acústica, correlacionando os parâmetros mensuráveis com a avaliação subjetiva, visando à determinação da relação entre os parâmetros objetivos e subjetivos para a caracterização dos projetos de salas.

**Palavras-chave:** Acústica de salas; cinema; medição; simulação.

## Abstract

Several factors influence the acoustic result of an environment. Control these factors is, therefore, fundamental when it deals of spaces with specific acoustic needs, as it is the case of the cinemas. Trough the selection of a movie theater in the city of Maringá, in Brazil, it was appraised the acoustic characteristics, through the appropriation of objective and subjective acoustics parameters, obtained by measurements and simulations. From these results, the acoustic conditions of the movie theater were analyzed, verifying its performance to the acoustic needs and the adopted technology. The assessment of the acoustic quality was made by the relationship of measured parameters and the subjective evaluation, aiming the determination of the relationship among the objective and subjective parameters for the characterization of room acoustic designs.

**Keywords:** Room acoustics; movie theater; measurement; simulation.

## 1 Introdução

Os aspectos acústicos sempre foram importantes ao ser humano, visto que o mesmo utiliza os sentidos para percepção, compreensão e memorização do espaço. É fato, no entanto, que ao longo da história o homem vem alterando a sua forma de ouvir. Schafer, 1997[11], utiliza o termo paisagem sonora, e afirma que

*“o homem moderno começa a habitar um mundo que tem um ambiente acústico radicalmente diverso de qualquer outro que tenha conhecido até aqui. Esses novos sons, que diferem em qualidade e intensidade, têm alertado muitos pesquisadores quanto aos perigos de uma difusão indiscriminada e imperialista de sons em maior quantidade e volume em cada reduto da vida humana... em todo mundo a paisagem sonora atingiu o ápice da vulgaridade.”*

Assim, um espaço arquitetônico deve cumprir o papel a que foi destinado. No caso de salas de cinema, é necessário que o ambiente concebido garanta a melhor visibilidade e qualidade acústica. Clareza e nitidez na fala, música e efeitos de som, todos esses elementos deverão ser ouvidos com qualidade e no momento exato da cena.

Relacionando, o cinema surge como imagem, mas logo se “descobre” e começa a inventar a sua linguagem, dando início à idéia da dimensão do som, gerando um novo poder de atração e sedução. Fica evidente que a imagem sozinha não é suficiente e o sentido da audição, naturalmente torna-se indispensável. Com essa linguagem de imagem e som, o cinema aprimora-se, para manter a sua magia e a sua sobrevivência.

Em muitos momentos, questiona-se a sobrevivência dos cinemas. Citam-se dois exemplos. O primeiro refere-se ao surgimento da televisão, causando uma diminuição de espectadores nos cinemas e o segundo refere-se à evolução dos projetores de home-theater, que estão melhores e mais acessíveis.

Na primeira situação, a história mostra que a solução foi apresentar algo que a televisão não possuía – imagem colorida, tela larga e som multi-canal. A segunda situação, em processo de discussão, remete que a solução está no cinema digital – som surround mais avançado, programação variada e cinema interativo. Caso seja bem explorado, pode ser mais uma grande inovação do cinema falado.

A evolução tecnológica nos cinemas é imprescindível, não só pela busca constante da qualidade, mas para a sua existência. Nesse contexto, apresenta-se uma sala de cinema na cidade de Maringá – PR, que apresenta características de transição da película para o cinema digital.

Para tanto se faz necessário uma apresentação do som no cinema, historiando a sua evolução e uma discussão das condicionantes acústicas para uma sala de projeção, debatendo sobre as normas e os documentos técnicos vigentes. Finalmente analisa-se a condição de conforto acústico desse ambiente, através de parâmetros objetivos que permitem caracterizar a acústica da sala.

## 2 O Som no Cinema

O som sempre teve grande significado nos filmes, mesmo aqueles denominados “mudo”; apenas não apresentavam “falas”, visto que existe um grande desconforto em assistir as imagens em silêncio. Ao contemplar a história da arte da dramaturgia, percebe-se que, mesmo no teatro grego, existia música para o acompanhamento para enfatizar as cenas. Assim, nos primórdios do cinema, havia um espaço destinado aos pianistas e estes eram incumbidos de improvisar músicas conforme a imagem se apresentava.

O surgimento da possibilidade de se criar som em disco fez surgir a possibilidade da reprodução da imagem e do som. Um dos equipamentos mais conhecidos desse período foi o Vitaphone, que possuía um sistema no qual se acompanhava o filme com um disco de 16 polegadas; isso possibilitou a imortalização do filme *The Jazz Singer*. Esse sistema foi pioneiro, por apresentar falas e músicas,

porém apresentava problemas, como o chiado do disco e a eminente possibilidade e o disco riscar com o tempo e tirar o filme de sincronismo

Posteriormente, houve a introdução do som na película, que permitia um melhor sincronismo e barateamento no custo de distribuição. Foram várias tentativas que desenvolveram esse sistema, onde o primordial foi concebido, o conceito da gravação em película. Dentro desse período, anos de 1927 a 1937, houve um aumento significativo no número de cinemas: só nos Estados Unidos chegaram a variar entre 15.000 e 18.000 salas.

Essa popularização fez com que fosse necessário estabelecer um padrão, mesmo que empírico, de modo que a Academia de Artes e Ciências Cinematográficas começa a formalizar e organizar o sistema: como o som ótico será registrado no filme, como será equalizado, como serão as caixas de som das salas. Esse padrão estabelecido em 1938 e é chamado “som monoural”. As características tecnológicas são condizentes à época, sendo um som bastante distorcido e a reposta de frequência atingia 5 ou 6 khz, um som bastante ruidoso. Houve uma melhora com as bandas duo-bilateral, porém nada tão significativo. Durante a filmagem, além do câmara, era necessário outro operador que gravava o som num sistema ótico com microfone; isso fazia com que fosse possível editar o negativo independente da imagem.

Com o advento da televisão, a indústria cinematográfica perdeu espaço e para conquistá-lo, era necessário criar meios de oferecer o que o televisor não poderia oferecer. Assim, imagens a cores, telas mais largas e desenvolvimento dos sons, foram apresentados como solução. Em termos sonoros a intenção era desenvolver elementos que atingissem a sensação de nossa capacidade auditiva, que não é mono e sim atinge 360 graus a nossa volta, ou seja, um som multicanal.

Surge o “70mm” com trilha magnética, 6 canais, onde se tem uma pista magnética, 2 canais de som, e uma parte interna de ambos os lados. Enquanto o som mono óptico chegava a 5 khz, o magnético conseguia chegar a 15 khz. Esse sistema de 70mm possibilita um sistema de cinco canais de som por trás da tela e um canal surround. Tentava-se obter a sensação de movimento, onde um personagem falava à direita e o som seria percebido nesta direção. A princípio, esse sistema era desconfortável, até que se estabeleceu uma relação com a psicoacústica e percebeu-se que, mesmo o som saindo da caixa central, a imagem fazia com que fosse possível interpretar como se estivesse vindo à direita.

Mas o sistema 70mm representava um sistema caro, então o som mono de formato 35mm era ainda a solução. A Dolby então tentou desenvolver um som tão bom quanto o magnético que pudesse ser copiado de forma óptica e por contato, além de poder ser aplicado a 35mm; esse intuito foi o impulsionador do desenvolvimento do “Dolby Stereo”.

Outro passo foi dado em 1992 com o Dolby Digital, que se espalhou rapidamente, tanto que a maioria dos estúdios de Hollywood adotava esse sistema, dentre as inovações: a relação sinal/ruído entre 90/96 dB, potência máxima disponível é 10 dB, maior em cada canal.

Em 2002, mais uma grande inovação com o filme “Star Wars – Episódio II: O Ataque dos Clones”. Este foi um filme inteiramente produzido em vídeo digital, sendo que a maioria dos cinemas utilizou conversões em 35mm do filme, mas algumas salas utilizaram projetores de filme digital. A tendência é que cada vez mais a produção, o armazenamento e a projeção sejam digitais.

### **3 Projeto Arquitetônico**

Ao comentar a respeito das características físicas da sala, é preciso entender que o cinema não é somente um espaço visual; é necessária a abrangência também das questões acústicas, que são tão ou mais importante que a visual e/ou espacial dos cinemas.

Nesse caso, divide-se a acústica arquitetônica em duas áreas. A primeira trata da defesa contra o ruído, onde sons indesejáveis necessitam ser eliminados ou amortecidos, sejam provenientes do interior ou de origem externa. A segunda diz respeito ao controle de sons no recinto, onde é necessária uma distribuição homogênea do som, evitando ecos, ressonâncias e reverberação excessiva. Nos cinemas

mais antigos – mais precisamente, anteriores aos anos 80 – a maior preocupação era que o som produzido atrás da tela chegasse até o fundo da sala sem alterações. Em alguns casos, quando as salas eram muito compridas, o som chegava “depois” da imagem, causando um certo desconforto nos espectadores.

Outro item é que a sala deve ter boa isolamento acústica, de modo a não haver interferências externas nem a transmissão do som para outras salas. Este também deve ser levado em consideração principalmente pela nova locação dos edifícios, em shoppings e galerias. Para se conseguir esse efeito desejado, deve-se levar em consideração elementos de grande massa ou tratamento interno, pisos elevados, teto falso, entre outros.

Ao se tratar de equipamentos, estes devem ser utilizados de modo a obter resultados otimizados, onde o ar condicionado deve ser mais silencioso e o áudio com menor ruído possível.

A fim de se conseguir melhorar a qualidade das salas de exibição, a criação de normas tenta garantir a qualificação desse espaço. No caso do Brasil, a Fundação Nacional de Arte – Funarte [08]– propõe a criação de normas técnicas específicas para salas de exibição, a NBR 11186/88 – Projetos e instalações de salas de projeção cinematográfica e a NBR 11187/88 – Avaliação de projetos e instalações de salas de projeção cinematográfica, ambas elaboradas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. As normas abordam aspectos relacionados ao desempenho dos equipamentos de projeção da imagem, reprodução do som e arquitetura das salas de exibição, visando à qualidade da imagem projetada percebida, as características acústicas necessárias a uma pequena reprodução sonora dos filmes e do conforto do usuário [02; 03].

## 4 Metodologia

Para a caracterização desejada, é necessária a avaliação dos parâmetros físicos (objetivos) e subjetivos de uma sala.

Especificamente, ao tratarmos a qualidade do som, avaliando sob o ponto de vista arquitetônico, temos: o critério de isolamento de ruídos recomendado às salas de exibição, na qual a norma sugere um nível de ruídos de fundo da ordem de 40 dB(A), equivalente à curva NC30; a perda de transmissão de ruídos entre salas adjacentes, que tem por objetivo evitar que durante projeções simultâneas os sons de uma sala “saíam” através de suas paredes, teto ou piso, prejudicando a percepção do som do filme pelos usuários da sala vizinha, ambos recomendados pela NBR 1186/88 – Projetos e instalações de salas de projeção cinematográfica); e o tempo de reverberação da sala, que remete à NBR 12179/92 – Tratamento acústico de recintos fechados [01]. Outros critérios, como EDT, D50, C80, TS, G, BR, não são estabelecidos por normas ou documentos técnicos.

Assim, realizam-se as seguintes análises:

- Avaliação dos parâmetros T30 e NC medidos, utilizando-se das NBRs e da AES (Audio Engineering Society) [05], para mensurar o nível de qualidade de reprodução do som na sala analisada.
- Avaliação comparativa de parâmetros T30, T20, EDT, D50, C80 e TS entre os valores medidos e simulados.

### 4.1 Avaliação dos parâmetros TR e NC

Ao relacionarmos os valores estabelecidos pela norma, verifica-se que se encontram defasados em decorrência do progresso da tecnologia do som, onde os ambientes devem ser mais silenciosos, reduzindo significativamente o NC (figura 01) e o Tempo de Reverberação (figura 02). Essas diferenças podem ser verificadas nos Resultados.

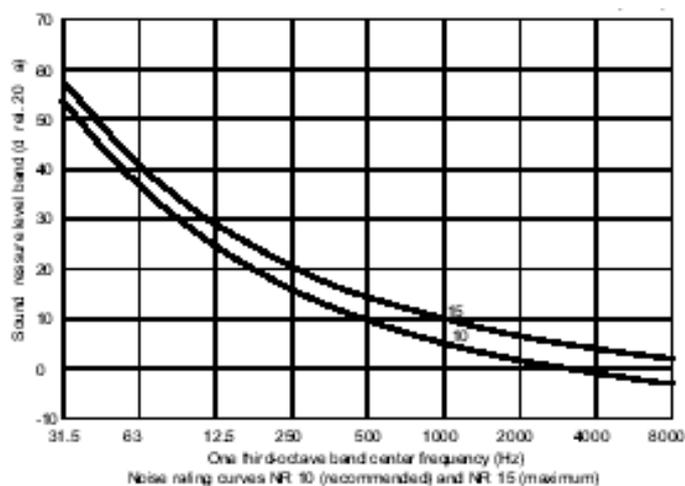


Figura 01: Curvas de avaliação de ruído (NC) recomendadas para cinema

Fonte: Dolby ,2007 [07]

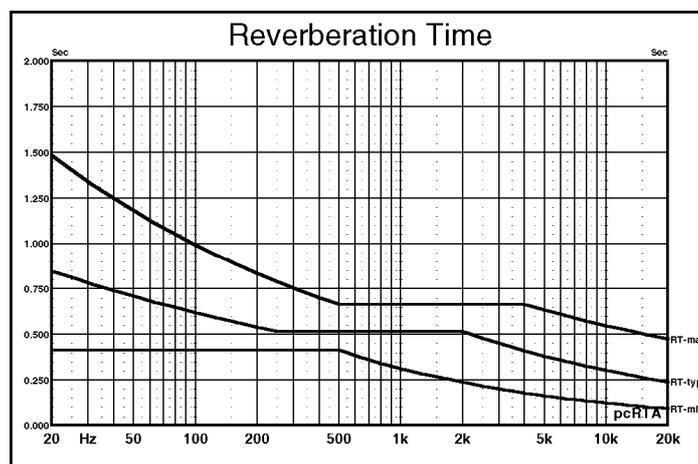


Figura 02: Tempo ótimo de reverberação recomendado para cinemas

Fonte: Linearx , 2007

Esses novos valores mais rigorosos, estabelecidos pelo documento técnico da AES – Audio Engineering Society e utilizado pela Dolby como diretriz, possibilitam a reprodução de sons com maior intensidade e qualidade. A nova tecnologia de som para cinema torna mais realista a percepção dos ambientes sonoros associados às imagens do filme durante a exibição.

A caracterização dessas salas de exibição pode ser realizada utilizando-se de determinadas tecnologias de análise, processamento de sinal e softwares adequados, estabelecendo quais parâmetros, sejam esses objetivos ou subjetivos, influenciam a qualidade acústica de uma sala de exibição.

O principal parâmetro objetivo que permite a caracterização de uma sala é o tempo de reverberação. O tempo de reverberação pode ser definido como o tempo que a energia de um campo sonoro reverberante estacionário leva a decair 60 dB após a extinção da fonte sonora (Bistafa,2006) [06].

Na prática, devido ao nível de ruído de fundo existente nas salas, torna-se difícil medir um decaimento de 60 dB. Nesse caso, torna-se mais simples calcular o decaimento de 30dB ou 20 dB, denominados, respectivamente de T30 e T20. Na sala analisada não foi possível calcular o TR60; assim, adotam-se o T30 e T20.

Os métodos mais utilizados para calcular o tempo de reverberação são o método clássico e o método de resposta ao impulso. No método clássico, a sala é excitada por um ruído rosa que é desligado abruptamente, registrando o nível de pressão sonora num ponto e calculando o tempo de decaimento correspondente a 20, 30 ou 60dB. No método de resposta ao impulso mede-se a função de resposta da sala a um impulso sonoro e utiliza-se o teorema de Fourier para determinar a função de resposta ao impulso.

#### **4.2 Avaliação comparativa de parâmetros T30, T20, EDT, D50, C80 e TS**

Outros parâmetros objetivos também são importantes para a caracterização de uma sala:

- Tempo de decaimento inicial – EDT(s): mede a taxa de decaimento inicial da mesma forma que o tempo de reverberação T60, mas relativo apenas aos primeiros 10dB.
- Definição – D50(%): avalia a inteligibilidade da palavra, obtida através da razão entre a energia total e a energia inicial sonora.
- Clareza objetiva – C80 (dB): avalia a clareza de uma sala para música, obtida através do som direto mais as primeiras reflexões que chegam nos primeiros 80ms.
- Tempo Central – TS (ms): o tempo do centro de gravidade da raiz quadrada de uma resposta a um impulso sonoro.

Esses parâmetros foram obtidos através de medições, simulações. Entretanto, como citado, não existem valores recomendados especificamente para cinemas. Assim, serão utilizados para comparar os valores obtidos através de medições e através de simulações, verificando a relação de confiabilidade dos softwares de captação e processamento de dados com os de simulação.

Para a medição, foi utilizado o método impulsivo, que mede a resposta da sala para um impulso sonoro, onde na sala a resposta foi captada por um Microfone Omnidirecional específico para medição de salas (Condensador/Eletreto), modelo ECM 8000, da Behringer, com frequência de resposta ultralinear, impedância de 600 Ohm, sensibilidade de (-) 60 dB, faixa de frequência de 15Hz a 20.000Hz, posicionado nos pontos recomendados pela NB 1187/88, a 1,20m do solo, para se aproximar da realidade do ouvido humano, e conectado por cabo a um Phantom Power (15V a 48V), modelo MP-1 da Zerotron (Condenser Microphone Phantom Power Supply), ligado a um computador pessoal portátil Toshiba Satellite.

A captação e processamento dos dados deram-se através do Software DIRAC – Room Acoustic, tipo 7841, versão 3.1 da Brüel & Kjaer Sound & Vibration Measurement, com o qual foi possível obter os índices: Tempo de Reverberação (TR), Tempo de Decaimento Inicial (EDT), Clareza (C80), Definição (D50) e o Tempo Central (TS).

Com base na captação da resposta impulsiva da sala, isto é, a maneira com que ela responde ao ser estimulada pelas ondas acústicas – resultado dos fenômenos físicos na propagação de ondas (Henrique, 2002) [09], realizada pelo software Dirac nos pontos, medidos em quatro direções: direita, frente, esquerda e atrás, se tem a possibilidade de caracterizar acusticamente a sala do Cinema.

Para a simulação foi utilizado o software Catt Acoustic. Este programa estima alguns parâmetros através do desenho de um modelo virtual em 3D. Nesse caso, desenha-se a sala de cinema com as mesmas características da existente.

## **5 Objeto de Estudo**

A sala de cinema analisada localiza-se no Shopping Center, de Maringá (figura 03). A sala é a maior das quatro em funcionamento no Shopping, com 400 lugares e a única a funcionar com o Sistema Dolby Digital Surround-Ex. Essa sigla refere-se a elementos distintos: o primeiro Dolby Digital, é uma tecnologia desenvolvida pela empresa Dolby, o Digital faz com que a codificação seja de até seis canais independentes, e o EX ou DD 6.1, refere-se à adição de um canal traseiro.



Figura 03: Vista geral da Sala de cinema

Através das figuras 04, 05 e 06 verifica-se a preocupação com o tratamento acústico da sala, pois há painéis ressoadores e absorvedores; piso e revestimento atrás da tela em carpet; poltronas macias e a grelha colocada no teto, soluções que visam melhorar a absorção do som.



Figura 04: Painéis nas laterais

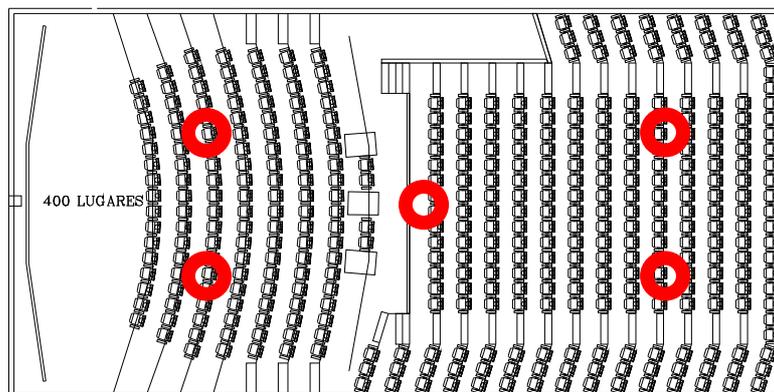


Figura 05: Detalhe dos painéis



Figura 06: Grelha com lã de vidro no teto

Para a realização da medição, designaram-se cinco pontos distintos na sala, conforme estabelece a NBR 1187/88. Através da figura 07, apresentam-se em destaque os pontos monitorados.



PLANTA BAIXA: SALA DE CINEMA

01 02 05 10 metros

Figura 07: Pontos monitorados

## 6 Resultados

### 6.1 Avaliação dos parâmetros TR e NC

O primeiro critério a ser avaliado refere-se ao tempo de reverberação. Após a medição e a tabulação dos dados medidos na sala, realizou-se a comparação entre os tempos de reverberação medidos com os recomendados pela NBR 12179/92 e a AES/2007.

Verifica-se, através da figura 08 que os tempos de reverberação estão abaixo dos estabelecidos pela NBR12179/92 para as frequências de 125, 250 e 500 Hz e acima para as frequências de 1000, 2000, 4000. Comparando com os dados da AES, encontram-se todos os tempos de reverberação acima dos recomendados.

Pode-se sugerir que o projetista tenha utilizado como parâmetro a NBR12179/92, mas como comentado na metodologia, as salas devem cada vez mais apresentar tempos de reverberação mais baixos, como mostram os T(MIN e MAX) da AES.

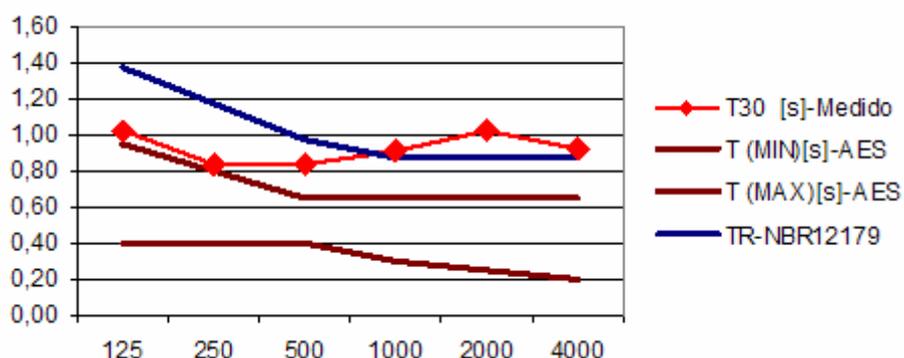


Figura 08: Tempo de Reverberação – TR

Outro parâmetro a ser avaliado refere-se ao critério de isolamento de ruídos recomendado às salas de exibição, para as quais a norma sugere um nível de ruídos de fundo da ordem de 40 dB(A), equivalente à curva NC30 – NBR1187/88 e à curva NC15 – AES/07.

Através da figura 09, observa-se que os valores medidos se encontram muito acima dos recomendados, tanto pela NBR quanto pela AES. Um dos fatores que podem ter influenciado no resultado, refere-se ao funcionamento da sala adjacente à sala monitorada, Assim, verifica-se que o isolamento das paredes laterais não apresenta um isolamento aceitável.

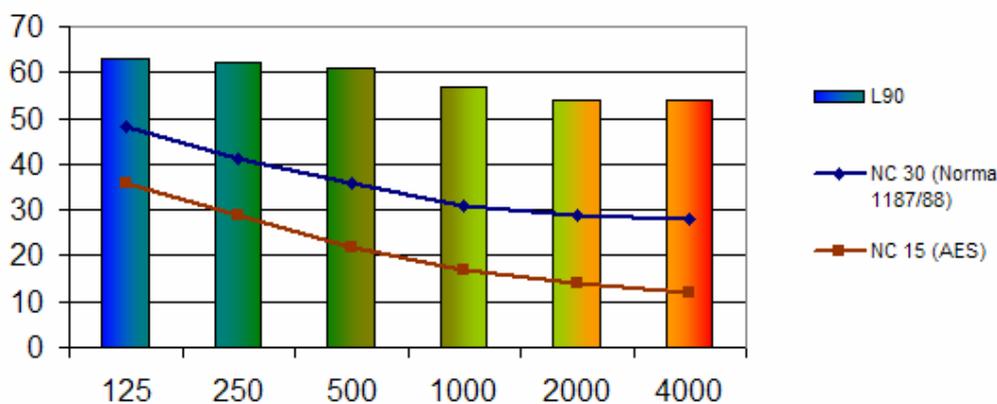


Figura 09: Nível de ruídos de fundo – NC

A avaliação de parâmetros acústicos para as salas de projeção cinematográfica, baseados nos valores recomendados pelas NBR12179/92, NBR10152/87 [04] e NBR1187/88, devem ser reformulados, estabelecendo valores que acompanhem a evolução tecnológica dos sistemas de áudio, potencializando todas as qualidades que os novos sistemas oferecem. Os valores da AES podem ser utilizados como guia, porém sugerem-se estudos para avaliar a influência de outros parâmetros que possam contribuir para qualidade acústica de salas de exibição, como D50, C80, EDT, entre outros.

## 6.2 Avaliação comparativa de parâmetros T30, T20, EDT, D50, C80 e TS

Os parâmetros, exceto T30, comparativamente com os recomendados para esta sala não foram utilizados devido à ausência de literatura sobre as propriedades acústicas para salas de cinema. Realiza-se, portanto, uma comparação dos valores medidos com os simulados.

A medição foi realizada através de software especializado, conforme descrito na metodologia, fornecendo respostas impulsivas, e, através destas, os parâmetros utilizados para a comparação.

A simulação foi feita utilizando-se do programa Catt Acoustic, gentilmente cedido pela Universidade de São Paulo, para fins acadêmicos. O Modelo 3D foi gerado em AutoCad e importado para o software Catt Acoustic, onde foram posicionados receptores nas mesmas posições das medições in loco, para possibilitar uma comparação mais consistente (Figuras 10, 11 e 12). Foram empregados materiais com os seus respectivos coeficientes de absorção, baseados em normas e laudos técnicos laboratoriais.

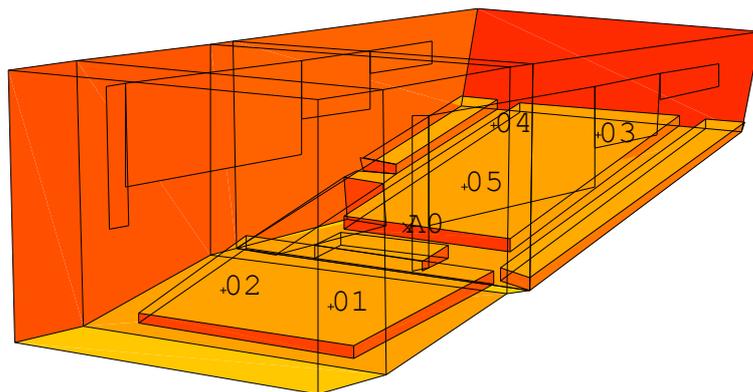


Figura 10: Imagem em 3D – marcação da fonte e dos receptores

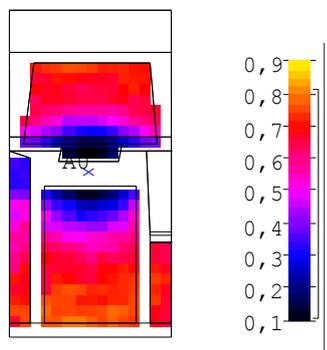


Figura 11: Mapeamento do TR – 2D

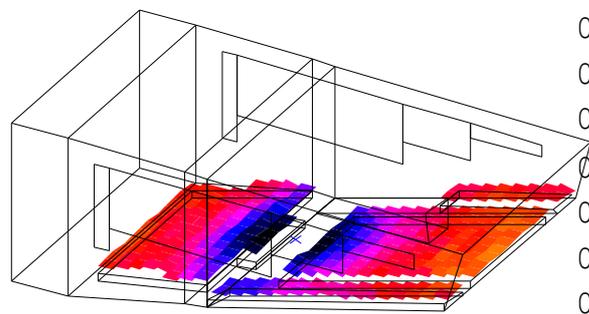


Figura 12: Mapeamento do TR – 3D

Após o tratamento dos dados, realizou-se a comparação entre os valores medidos e os simulados para as frequências de 125 a 4000Hz. Através das figuras 13 a 18, são vistas as relações dos parâmetros avaliados.

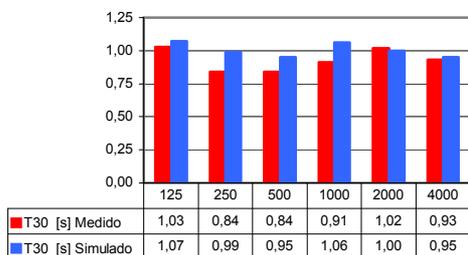


Figura 13: Comparação entre os T30 Medido X Simulado

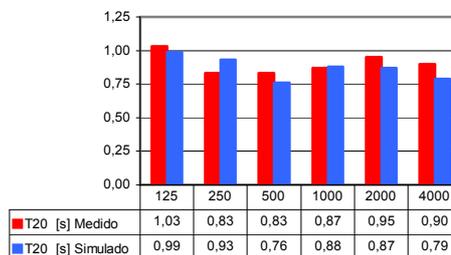


Figura 14: Comparação entre os T20 Medido X Simulado

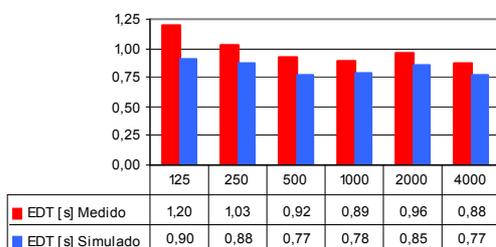


Figura 15: Comparação entre os EDT Medido X Simulado

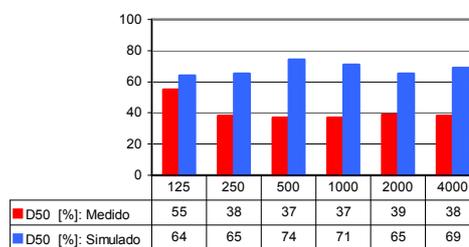


Figura 16: Comparação entre os D50 Medido X Simulado

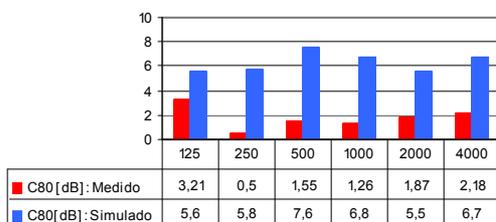


Figura 17: Comparação entre os C80 Medido X Simulado

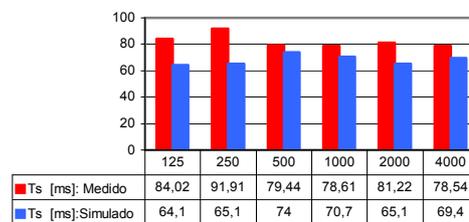


Figura 18: Comparação entre os TS Medido X Simulado

Analisando os gráficos, verifica-se que os valores obtidos na medição se aproximam dos da simulação apenas nos parâmetros T30, T20, EDT e TS; nos outros parâmetros, D50 e C80, a diferença foi muito grande.

Essa semelhança, principalmente do T30, é resultado de ajustes realizados na simulação, ou seja, devido à grande dificuldade na simulação, que considera a difusão dos materiais, e, como não existem gráficos e normas que a estabelecem, foram geradas alternativas, alterando-a até obter um resultado com valores próximos do T30 medido.

Assim, a grande diferença dos parâmetros D50 e C80 pode ser reflexo desse ajuste ou pode estar relacionada na configuração dos softwares utilizados para a leitura da resposta impulsiva ou do modelo gerado para os parâmetros D50 e C80.

## 7 Considerações Finais

O cinema ainda hoje, é muito procurado como opção de lazer em diversas cidades do mundo e o estudo do comportamento acústico dentro dessas salas é importante não só por proporcionar melhor conforto, como também servir para futuras pesquisas e desenvolvimento tecnológico.

No que se refere à sensação auditiva, o interior das salas de exibição deve prever o completo envolvimento, onde som e imagem trabalhem de forma a estabelecer uma comunicação e despertar os sentimentos ao qual o filme se propõe.

Neste trabalho, a sala foi avaliada sob duas abordagens: avaliação dos parâmetros TR e o NC e avaliação comparativa de parâmetros T30, T20, EDT, D50, C80 e TS.

Na primeira avaliação, percebe-se que a sala apresenta soluções adequadas às necessidades acústicas quanto ao TR, baseado nas normas nacionais vigentes, entretanto fica muito distante das internacionais. Quanto ao NC, encontra-se inadequada para ambas situações, requerendo, assim, um acréscimo no volume durante as sessões, para mascarar o ruído de fundo. Fica evidente que é recomendada uma discussão sobre as normas nacionais vigentes, estabelecendo, assim, novos parâmetros que acompanhem a evolução tecnológica dos sistemas de áudio.

Na segunda avaliação, relata-se a dificuldade de configuração do modelo 3D no AutoCad, em função de conflitos de importação do modelo 3D para o software específico de análise e na determinação dos coeficientes de difusão dos materiais, devido a quase inexistência de tabelas com esses valores.

Através das análises, verifica-se que o objetivo do estudo foi atingido, servindo de base experimental para futuros estudos.

### Agradecimentos

Aos responsáveis pelo Cinesystem, por facilitarem o acesso às dependências da sala e permitirem a realização das medições acústicas.

Ao arquiteto José Ângelo Mincache, por fornecer os desenhos da sala.

À Universidade Estadual de Maringá, por ceder o software Dirac 3.0 para sua utilização com fins acadêmicos.

À Universidade de São Paulo, pela cessão do software Catt Acoustic para sua utilização com fins acadêmicos.

### Referências

- [1] Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 12179. Tratamento acústico em recintos fechados, 1992.
- [2] Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 1187. Avaliação de projetos e instalações de salas de projeção cinematográfica, 1988.
- [3] Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 1186. Projetos e instalações de salas de projeção cinematográfica, 1988.
- [4] Associação Brasileira de Normas Técnicas NBR 10152. Níveis de ruído para conforto acústico, 1987.
- [5] Audio Engineering Society. Multichannel surround sound systems and operations. Disponível em <<http://www.aes.org>>.
- [6] BISTAFA, S. R. Acústica Aplicada ao Controle do Ruído. São Paulo: Edgar Blücher, 2006.
- [7] DOLBY DIGITAL. Digital Cinema. Disponível em <<http://www.dolby.com>>.

- [8] FUNARTE. Tipologias. Disponível em <<http://www.ctac.gov.br>>.
- [9] HENRIQUE, L. Acústica musical. Lisboa: Fundação Calouse Gulbenkian, 2002.
- [10] METHA, M.; JOHNSON, J.; ROCAFORT, J. Archiectural acoustics: principles and design. New Jersey: Prentice Hall, 1999.
- [11] SCHAFER, R. M. A Afinação do mundo. São Paulo: Editora Unesp, 1997.