

# Avaliação acústica do palco do Teatro Castro Mendes, Campinas-SP

**Palavras-Chave: ACÚSTICA DE SALAS DE CONCERTO, ACÚSTICA DE TEATROS, QUALIDADE ACUSTICA DE ESPAÇOS DE ESPETÁCULOS**

**Autores(as):**

**ISADORA DE CASTRO GELAMO – FECFAU - UNICAMP**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. STELAMARIS ROLLA BERTOLI (orientador(a)), FECFAU - UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO:

As contribuições iniciais para a acústica de auditórios foram feitas por Sabine (1932) que mediu o tempo de reverberação em salas da Universidade de Harvard. Sabine identificou o tempo de reverberação como um parâmetro crucial e desenvolveu uma fórmula para seu cálculo em espaços arquitetônicos. Na década de 1960, Beranek (2004), ampliou a pesquisa, visitando várias salas de concerto na Europa e coletando dados técnicos sobre sua qualidade acústica, o que impulsionou novos estudos na área.

Com o avanço tecnológico, outros parâmetros acústicos além do tempo de reverberação foram identificados, como decaimento precoce, fração lateral e índice de qualidade binaural. Esses parâmetros, relacionados ao aumento e decaimento da energia sonora, passaram a ser medidos e estão associados às avaliações subjetivas das salas de concerto. Para padronizar esses procedimentos, a *International Organization for Standardization* (ISO) publicou a norma ISO 3382 em 2000 e a atualizou em 2009, descrevendo parâmetros objetivos úteis para avaliar a acústica de salas de espetáculo. No Brasil, Associação Brasileira de Normas Técnicas traduziu a norma ISO 3382 que foi publicada em 2017 como ABNT NBR ISO 3382-1:2017.

O Teatro Municipal "José de Castro Mendes" de Campinas é um espaço cultural de múltiplos usos que passou por reformas significativas em 1997 e entre 2008 e 2012 para melhorar suas condições acústicas e estruturais. Essas reformas incluíram melhorias na acústica do palco, modernização da

infraestrutura e adequação para diferentes tipos de espetáculos, incluindo apresentações da Orquestra Sinfônica Municipal de Campinas.

Esta pesquisa fez parte de um projeto teve como objetivo avaliar acusticamente o Teatro Castro Mendes, um estudo inédito que identificou os parâmetros estabelecidos pela ABNT NBR ISO 3382-1:2017, como o tempo de reverberação, o tempo de decaimento inicial, o índice de clareza e a definição. Também incluiu na avaliação os parâmetros específicos para palco como suporte inicial e suporte tardio. A análise desses parâmetros permitiu uma compreensão aprofundada do comportamento acústico do teatro. Aqui são apresentados resultados específicos sobre a avaliação acústica de palco.

## METODOLOGIA:

A pesquisa utilizou métodos de resposta impulsiva para a obtenção dos parâmetros acústicos. Esse método consiste na emissão de um sinal de teste, que é capturado e analisado para identificar as propriedades acústicas do ambiente. O sistema de medição é composto pela fonte omnidirecional Brüel & Kjær modelo 4292-L, o amplificador Brüel & Kjær modelo 2734, microfones Behringer modelo ECM 80000, uma interface de áudio PreSonus modelo Audiobox 44 USL e o programa Dirac

Os parâmetros medidos incluíram o suporte inicial (STinicial) e o suporte tardio (STtardio), que indicam a quantidade de som que retorna ao músico no palco. Também foram avaliados o tempo de reverberação (TR), o tempo de decaimento inicial (EDT), o índice de clareza (C80) e a definição (D50). Esses parâmetros foram medidos em bandas 1/1 oitava de frequência, entre 125 Hz a 4000 Hz, para entender melhor o comportamento acústico do ambiente em diversas situações sonoras.

Seguindo as recomendações da norma ABNT NBR ISO 3382-1:2017, as medições de suporte inicial e tardio foram realizadas em pelo menos três posições diferentes de fonte sonora e seis pontos de recepção no palco (Figura 1). Essa abordagem permitiu uma análise detalhada da variabilidade acústica em diferentes partes do palco, especialmente em relação à disposição dos grupos de instrumentos de uma orquestra sinfônica, como cordas, madeiras, metais e percussão.

Além disso, o estudo incluiu a medição do som residual, utilizando o sonômetro BK 2238 da Bruel & Kjaer, para verificar os níveis de pressão sonora

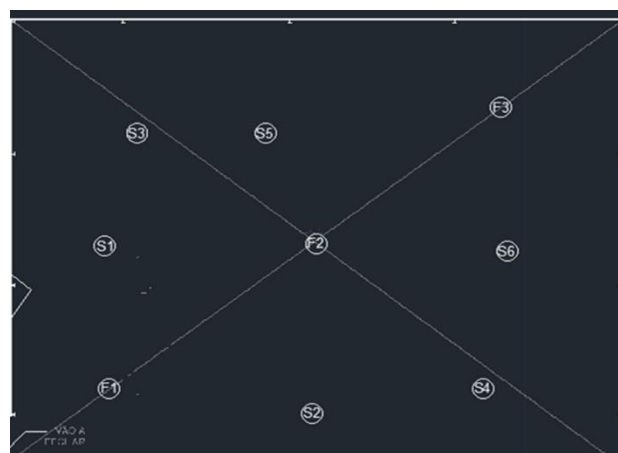


Figura 1: Localização das Fontes e Pontos medidos no palco do Teatro Castro Mendes.

residual (ruído de fundo) do teatro. Os resultados foram comparados com dados típicos da literatura científica, possibilitando uma avaliação da adequação do espaço para apresentações musicais.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados das medições forneceram análises importantes sobre o comportamento acústico do palco do Teatro Castro Mendes. Os gráficos (Figura 2) de Suporte Inicial (STearly) revelaram que a localização da Fonte 1 apresentou valores significativamente mais elevados para as faixas de frequência entre 500 e 1000 Hz. De forma semelhante, o parâmetro de Suporte Tardio (STlate) também apresentou valores superiores aos esperados (Figura 3), indicando um comportamento acústico consistente com o observado para o parâmetro STearly. No entanto, ao comparar esses resultados com os valores ideais propostos por Gade (1988), que sugerem para STearly e STlate valores de aproximadamente -12 dB para orquestras, observou-se que os valores obtidos no palco do Teatro Castro Mendes não atingiram esse padrão. Esse desvio sugere que o palco pode estar favorecendo uma reflexão sonora que, embora forte, não proporciona o suporte acústico ideal para uma orquestra, potencialmente impactando a clareza e a definição do som percebido tanto pelos músicos quanto pelo público.

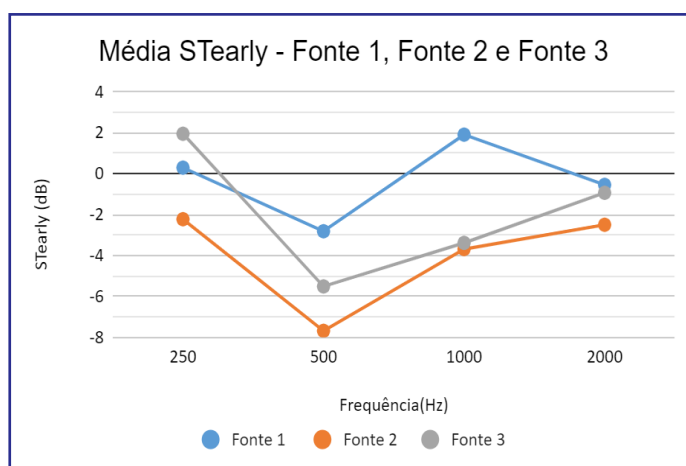


Figura 2: Gráfico das Médias espaciais dos valores de STearly em dB das Fontes 1, 2 e 3

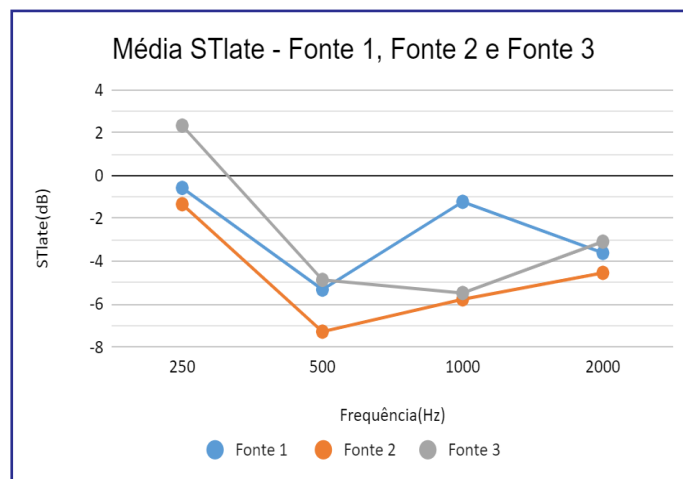


Figura 3: Gráfico das Médias medias espaciais dos valores de STlate em dB das Fontes 1, 2 e 3.

## CONCLUSÕES:

A análise dos resultados obtidos nesta pesquisa aponta que o palco do Teatro Castro Mendes, embora funcional e adequado para muitas formas de apresentação, apresenta algumas limitações acústicas quando utilizado para concertos de orquestra. A ausência de um suporte acústico ideal sugerem que o palco poderia beneficiar-se de intervenções acústicas adicionais para otimizar sua performance sonora, especialmente para apresentações orquestrais.

Por fim, esta pesquisa não apenas destaca a importância de um palco bem projetado e acusticamente projeto para performances musicais, mas também oferece uma base sólida para futuras melhorias no Teatro.

---

## BIBLIOGRAFIA

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 3382-1**: Acústica – Medição de parâmetros acústicos de salas – Parte 1: Salas de espetáculos. Rio de Janeiro, 2017.
- BARRON, M., The Gulbenkian Great Hall, Lisbon II: An Acoustic Study of a Concert Hall with Variable Stage. **J. Sound & Vibration**, 59: p. 481-502, 1978.
- BERANEK, L.L., **Music, Acoustics, and Architecture**, Wiley, 1962.
- BERANEK, L. L., **Concert Halls and Opera Houses: Music, Acoustics, and Architecture**, 2nd Edition Springer, 2004
- GADE, A.C., **Musicians ideas about room acoustic qualities**, University of Denmark, 1981
- GADE, A.C., Investigations of musicians' room acoustic conditions in concert halls. I. Method and laboratory experiments, *Acustica* 65, 193– 203 ~1989

GADE, A.C., Investigations of musicians' room acoustic conditions in concert halls. II. Field experiments and synthesis of results," **Acustica** 69, 249–262 ~1989

GADE, A.C., Practical aspects of room acoustic measurements on orchestra platforms. In: **Proc.14th ICA**, Beijing. Paper F3-5

IMBROISI, M.; MARTINS, S., Por dentro da Orquestra. História das Artes, 2023. Disponível em: <<https://www.historiadasartes.com/som-camera-acao/musica/os-conjuntos-musicais/>>. Acesso em 08 May 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3382** Acoustics. Measurement of reverberation time of rooms with reference to other acoustics parameters, Genebra, 2000.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 3382-1** Acoustics. Measurement of room acoustics parameters. Part 1- Performance spaces, Genebra, 2009.

MARSHALL, A.H., GOTTLOB, D., and SLRUTZ, H., Acoustical conditions preferred for ensemble. **Journal of the Acoustical Society of America**, 64: p. 1437-1442, 1978.

SABINE, W.C., 'Architectural acoustics', published in seven parts in April, May and June, Am. Arch. **Building News** 68, 1932 .

SABINE, W.C., **Collected Papers on Acoustics**, Edição reeditada, Los Altos, CA, USA, Peninsula Publishing, 1992.