XVIII ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
XIV ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO
AMBIENTE CONSTRUÍDO E USUÁRIO: PERSPECTIVAS LATINO-AMERICANAS

Qualidade Acústica do Auditório Sebastião Jorge Chammé, do Centro Cultural Matarazzo, em Presidente Prudente - SP

Calidad acústica del Auditorio Sebastião Jorge Chammé, del Centro Cultural Matarazzo, en Presidente Prudente - SP

Acoustic Quality of the Sebastião Jorge Chammé Auditorium, at the Matarazzo Cultural Center, in Presidente Prudente - SP

Conforto Acústico / *Confort Acústico / Acoustic Comfort*

Iwamoto, Mireley Júnia de Lima[1]; Bartholomei, Carolina Lotufo Bueno[2]

[1]Estudante de Mestrado em Arquitetura, Unicamp, Campinas, Brasil, mireleyiwamoto@gmail.com

[2]Docente, Unesp, Presidente Prudente, Brasil, carolina.lotufo@unesp.br

Iwamoto, Mireley Júnia de Lima[1]; Bartholomei, Carolina Lotufo Bueno[2]

[1]Estudiante de Maestría en Arquitectura, Unicamp, Campinas, Brasil, mireleyiwamoto@gmail.com

[2]Profesor universitario, Unesp, Presidente Prudente, Brasil, carolina.lotufo@unesp.br

Iwamoto, Mireley Júnia de Lima[1]; Bartholomei, Carolina Lotufo Bueno[2]

[1]Master's student in Architecture, Unicamp, Campinas, Brazil, mireleyiwamoto@gmail.com

[2]University teacher, Unesp, Presidente Prudente, Brasil, carolina.lotufo@unesp.br

Resumo

Neste trabalho, foi analisado o condicionamento acústico do Auditório Sebastião Jorge Chammé, do Centro Cultural Matarazzo, em Presidente Prudente - SP, identificando possíveis inadequações com base nas normas ABNT NBR 3382-2:2017, ABNT NBR 12179:1992 e ABNT NBR 16313:2014. A metodologia incluiu revisão bibliográfica sobre acústica arquitetônica e percepção acústica, levantamento de dados e análises do local, medições do nível de pressão sonora e do estouro de balão do 18 polegadas, cálculos do tempo de reverberação e dos parâmetros acústicos, além de estudos de levantamentos já existentes, *in loco* e iconográficos. Constatou-se que o Auditório apresentava alta reverberação, impactando a inteligibilidade da fala. Como solução, foi proposto substituir os pisos de concreto por um material mais adequado e adicionar revestimentos absorventes em parte das paredes para determinadas condições de uso. Desse modo, o estudo reforça a importância do tratamento acústico na arquitetura para garantir uma comunicação clara e eficiente.

Palavras-chave: Condicionamento acústico. Auditório Sebastião Jorge Chammé. Tempo de reverberação. Medições. Inteligibilidade da fala.

Resumen

En este trabajo se analizó el acondicionamiento acústico del Auditorio Sebastião Jorge Chammé, en el Centro Cultural Matarazzo, en Presidente Prudente - SP, identificando posibles insuficiencias con base en las normas ABNT NBR 3382-2:2017, ABNT NBR 12179:1992 y ABNT NBR 16313:2014. La metodología incluyó una revisión bibliográfica sobre acústica arquitectónica y percepción acústica, recolección y análisis de datos del sitio, mediciones del nivel de presión sonora y del estallido de un globo de 18 pulgadas, cálculos de tiempo de reverberación y parámetros acústicos, además de estudios de levantamientos existentes, in situ e iconográficos. Se encontró que el Auditorio tenía una alta reverberación, lo que afectaba la inteligibilidad del habla. Como solución se propuso sustituir los suelos de hormigón por un material más adecuado y añadir revestimientos absorbentes en parte de las paredes para determinadas condiciones de uso. De esta forma, el estudio refuerza la importancia del tratamiento acústico en la arquitectura para asegurar una comunicación clara y eficiente.

Palabras clave: Acondicionamiento acústico. Auditorio Sebastião Jorge Chammé. Tiempo de reverberación. Medidas. Inteligibilidad del habla.

Abstract

In this work, the acoustic conditioning of the Sebastião Jorge Chammé Auditorium, at Centro Cultural Matarazzo, in Presidente Prudente - SP, was analyzed, identifying possible inadequacies based on standards ABNT NBR 3382-2:2017, ABNT NBR 12179:1992 and ABNT NBR 16313:2014. The methodology included a bibliographical review on architectural acoustics and acoustic perception, data collection and analysis of the site, measurements of the sound pressure level and the burst of an 18-inch balloon, calculations of reverberation time and acoustic parameters, in addition to studies of existing, on-site and iconographic surveys. It was found that the Auditorium had high reverberation, impacting speech intelligibility. As a solution, it was proposed to replace the concrete floors with a more suitable material and add absorbent coatings to part of the walls for certain conditions of use. In this way, the study reinforces the importance of acoustic treatment in architecture to ensure clear and efficient communication.

Keywords: Acoustic conditioning. Sebastião Jorge Chammé Auditorium. Reverberation time. Measurements. Speech intelligibility.

I. Introdução

Diante do crescente adensamento urbano, diversos problemas surgem, incluindo a poluição sonora proveniente do trânsito, do trabalho e das edificações. Embora esses sons indesejáveis, conhecidos como ruídos, possam transmitir informações úteis, como o som de um carro em movimento, eles frequentemente causam diversos problemas. Muitos desses problemas são negligenciados por autoridades e profissionais responsáveis pelo conforto acústico nas áreas urbanas. Neurologicamente, a permanência do som no ambiente pode influenciar o estado emocional do ouvinte, refletindo condições como expectativa, tensão, repouso e movimento, e também afetar ritmos fisiológicos internos, como batimentos cardíacos, frequência respiratória e ritmos elétricos cerebrais (Bistafa, 2018).

Certos tipos de ruído, especialmente com alto nível de pressão sonora, podem causar diversos problemas para o indivíduo. De acordo com Brandão (2018), essa situação pode acarretar em perdas auditivas irreversíveis para o indivíduo exposto a sons intensos durante um período de tempo prolongado, ainda podendo haverefeitos extra-auditivos. Entretanto, a completa eliminação do ruído não é viável devido ao alto custo e à sensação de total ausência de som, que pode ser perturbadora em muitos casos. Portanto, é necessário encontrar um equilíbrio entre a redução e a presença de som no ambiente (Muszkat, 2019).

Além disso, ruídos provenientes de fontes secundárias frequentemente se destacam em relação ao ruído principal, resultando em um som residual que normalmente não pode ser eliminado. A solução viável é reduzir o ruído principal até que ele não seja mais perceptível acima desse som residual, controlando assim o ruído em vez de eliminá-lo completamente. Diante disso, Rossing (2014) enuncia a importância de se considerar a manutenção da qualidade acústica em diversos contextos, principalmente em espaços detinados à prática musical, desde o projeto arquitetônico do recinto até sua atuação recente.

Para ambientes internos, é crucial considerar aspectos técnicos como a capacidade de ocupação, a geometria (dimensões que influenciam a direção dos raios sonoros), os materiais de construção, os revestimentos das paredes e os elementos adicionais presentes no ambiente, como móveis e cortinas (Zannin et al., 2005). Ademais, o comportamento acústico de uma sala é mais claramente identificado por meio de parâmetros acústicos numéricos e objetivos que descrevem o ambiente, registrados através de sua resposta impulsiva.

O tempo de reverberação ideal para a inteligibilidade pode ser determinado por duas abordagens principais: o método experimental e o método teórico (analítico).

O **método experimental** utiliza a resposta impulsiva e equipamentos de medição, podendo ser aplicado por duas técnicas: o **ruído interrompido** (em que o tempo de reverberação é obtido pela curva de decaimento após o desligamento de uma fonte sonora contínua) e o **ruído impulsivo** (gerado por sons como o estouro de balões, como o de 18 polegadas). Segundo Da Mota (2019), devido ao alto custo de equipamentos omnidirecionais, muitos profissionais preferem a técnica do ruído impulsivo, especialmente em auditórios.

Já o **método teórico (analítico)** estima o tempo de reverberação por meio de equações matemáticas, como as de Sabine e Norris-Eyring. A equação de Sabine é a mais utilizada, pois considera fatores como o volume da sala e a absorção dos materiais presentes.

Com base na importância da comunicação eficaz e na escassez de estudos sobre o tema no Brasil, o presente trabalho é produto de uma iniciação científica e teve a finalidade de avaliar o condicionamento acústico do Auditório Sebastião Jorge Chammé, localizado no Centro Cultural Matarazzo, em Presidente Prudente – SP, com foco na inteligibilidade do discurso. A escolha deste auditório se deve ao seu uso para uma ampla variedade de atividades, incluindo congressos, reuniões, palestras, e apresentações de teatro, música e dança.

Assim, a pesquisa se concentrou no condicionamento acústico da sala, tendo sido analisados os seguintes parâmetros acústicos monoaurais: resposta impulsiva, tempos de reverberação T_{20} [s], T_{30} [s] e T_{60} [s], tempo de decaimento inicial (EDT) [s], inteligibilidade da fala (SI), Índice de Transmissão da Fala (STI) [adimensional], Definição (D_{50}) [%] e Clareza (C_{80}) [dB]. A partir disso, foram identificadas possíveis inadequações para seu uso em diferentes eventos e propostas diretrizes para a adequação acústica do espaço.

Dessa forma, os objetivos específicos da pesquisa consistiram em realizar:

- medições do nível de pressão sonora no local através de um um sonômetro;
- medições do nível de pressão sonora do estouro do balão de 18 polegadas;
- apuração e avaliação dos dados coletados a partir das informações disponibilizadas pelo software de computador DIRAC®;
- análises da inteligibilidade da fala por meio de parâmetros acústicos de caracterização de salas como o Tempo de Reverberação (TR), o Tempo de Decaimento Inicial (*EDT*), o Índice de Transmissão da Fala (STI), a Definição (D_{50}) e a Clareza (C_{80});
- uma proposta de adequação acústica.

II. Metodologia

A metodologia consistiu na avaliação do condicionamento acústico do Auditório Sebastião Jorge Chammé, localizado no Centro Cultural Matarazzo, em Presidente Prudente - SP. O trabalho foi estruturado em quatro momentos: a caracterização do Centro Cultural Matarazzo, o levantamento arquitetônico do Auditório Sebastião Jorge Chammé, a análise do método teórico (analítico) e a análise do método experimental.

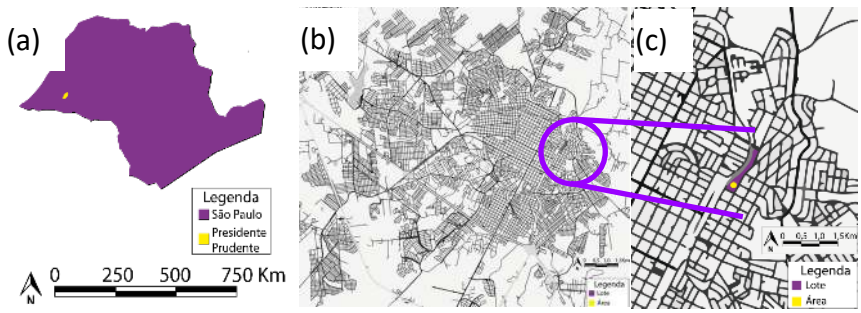
A. Caracterização do Centro Cultural Matarazzo

Localizado na Rua Quintino Bocaiúva 749, na Vila Marcondes, em Presidente Prudente - SP, o Centro Cultural Matarazzo nem sempre foi um espaço artístico. Inicialmente, surgiu como o conjunto de indústrias Matarazzo, uma das primeiras grandes referências comerciais e industriais da cidade e região. Participou da importante mudança na história econômica, quando a principal atividade agrícola de fontes e recursos deixou de ser o café e passou a ser o algodão e a agroindústria (Macedo, 2022).

Após o declínio industrial na década de 1970, os galpões das Indústrias Reunidas Fábricas Matarazzo (I.R.F. Matarazzo) ficaram abandonados, gerando mobilização popular pela recuperação do espaço. Em 1987, o imóvel foi tombado, e os antigos galpões foram restaurados, combinando elementos rústicos e modernos. O local retornou em forma de centro cultural 70 anos após o início de suas atividades promovendo cultura e artes, abrigando atividades em diversos períodos do dia e atraindo um grande fluxo de pessoas.

A **Figura 01 (a)** proporciona um contexto da área urbana de Presidente Prudente no estado de São Paulo. Já as **Figuras 01 (b)** e **(c)** apresentam a localização das I.R.F. Matarazzo na malha urbana da cidade e um recorte aproximado das I.R.F. Matarazzo, respetivamente.

Figura 01: Localização da área urbana de Presidente Prudente no estado de São Paulo (a), localização das I.R.F. Matarazzo na malha urbana da cidade (b) e recorte aproximado das I.R.F. Matarazzo (c).

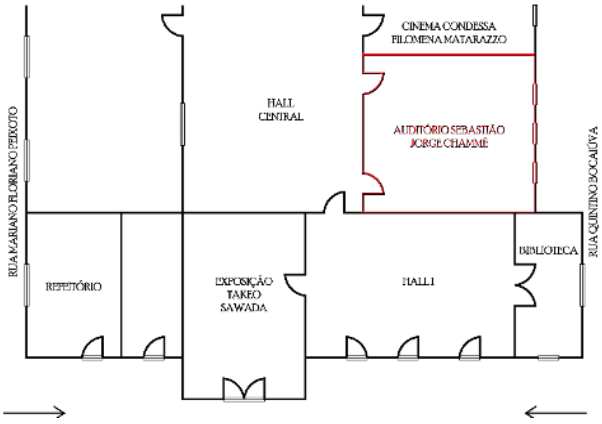


Fonte: Autorais (2024).

B. Levantamento arquitetônico do Auditório Sebastião Jorge Chammé

Para compreender o local de estudo, foram realizados os levantamentos *in loco* e iconográficos para verificar a capacidade de ocupação, as dimensões da geometria interna e os materiais empregados no ambiente. A **Figura 02** a seguir mostra um croqui esquemático da localização do Auditório.

Figura 02: Croqui de localização do Auditório Sebastião Jorge Chammé.



Fonte: Autoral (2024).

Em uma visita técnica ao local, realizada em 2024, observou-se que o auditório é acessado por meio do corredor central do hall. Adentrando na sala majoritariamente retangular, a parte da plateia apresenta um dimensionamento de 12,50 m x 9,95 m, enquanto a junção com o palco, 16,92 m x 9,95 m, e o volume total é de 1.221,14 m³. Os 100 assentos são divididos em 3 blocos na plateia, sendo duas fileiras de 4 x 7 e uma fileira de 5 x 7, possui também 2 lugares para pessoas com deficiência (PCD) e 1 assento para obesos. Já as informações técnicas fornecidas pela Prefeitura Municipal de Presidente Prudente (2022) diferem um pouco do observado em campo, informando que o recinto possui 97 poltronas almofadadas e 3 espaços para cadeirantes. As **Figuras 03** e **04** apresentam vistas internas do Auditório Sebastião Jorge Chammé.

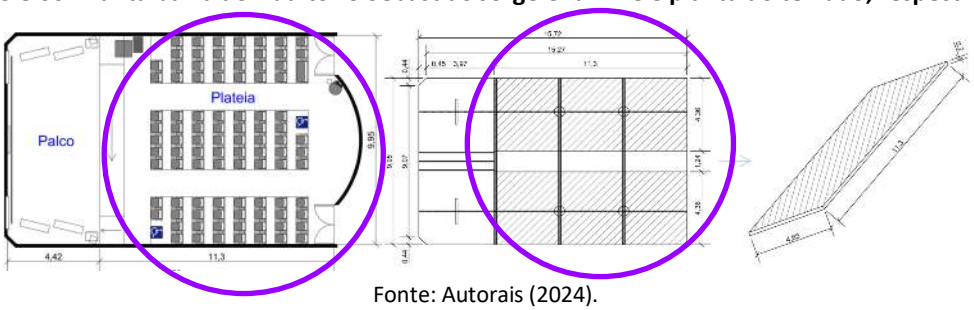
Figuras 03 e 04: Vistas internas do Auditório Sebastião Jorge Chammé.



Fonte: Autorais (2024).

Já as **Figuras 05** e **06** representam esquematicamente a planta baixa do Auditório Sebastião Jorge Chammé e a planta do telhado, respectivamente. As medições do estudo foram realizadas na plateia, conforme indicação do círculo na planta baixa e na planta do telhado.

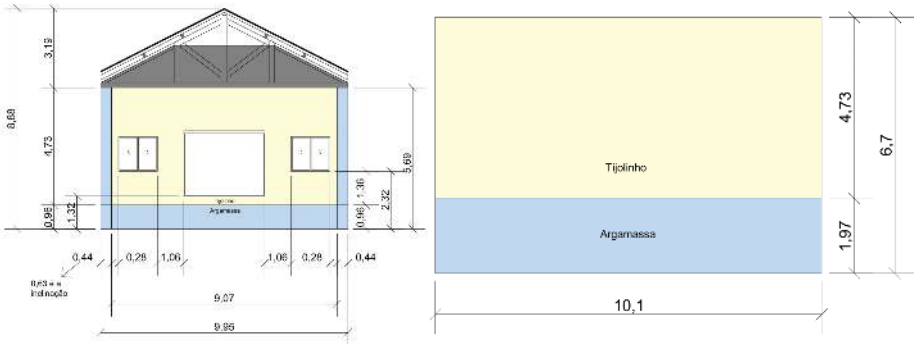
Figuras 05 e 06: Planta baixa do Auditório Sebastião Jorge Chammé e planta do telhado, respectivamente.



Fonte: Autorais (2024).

As **Figuras 07** e **08** representam os cortes das paredes do palco e da lateral direita da plateia do Auditório Sebastião Jorge Chammé, respectivamente.

Figuras 07 e 08: cortes das paredes do palco e da lateral direita da plateia do Auditório Sebastião Jorge Chammé, respectivamente.



Fonte: Autorais (2024).

C. Análise do método teórico (analítico)

O método teórico (analítico) foi utilizado para determinar o TR ideal para a inteligibilidade, com base nas equações de Sabine. Estas consideram aspectos do ambiente, como o volume da sala e a absorção dos materiais do mobiliário e os revestimentos. A análise foi realizada em três condições: auditório com ocupação total, com 50% da capacidade e sem ocupantes.

Os cálculos consistiram na elaboração de planilhas contendo os materiais de cada uma das superfícies do local (extraídas da tabela de referência realizada pela ABNT NBR 12179:1992, elaborado por Lauro Xavier Nepomuceno, Conrado de Marco, Beraneck, Egan e Miñana), com suas respectivas áreas e coeficientes de absorção sonora. A partir desses dados, a área de cada material foi multiplicada pelo seu coeficiente de absorção sonora, permitindo calcular a

absorção correspondente em cada banda de frequência analisada (125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1000 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz).

Após o cálculo do volume total do Auditório (1.221,14 m³), os Tempos de Reverberação (TRs) relativos a cada frequência foram obtidos e, em seguida, o TR ótimo (com o intervalo estipulado de 1,062 s a 1,298 s), adquirido pelo gráfico do TR ótimo em 500 Hz pelo volume de acordo com o tipo de uso do recinto (no caso, foi “sala de concertos”).

Com os resultados, foi constatado que, em todas as condições do Auditório, os TRs de todas as frequências estavam acima do TR ótimo. Ou seja, o ambiente estava muito reverberante, condição que prejudica a inteligibilidade da fala e das atividades realizadas no local. Foi necessário, dessa forma, propor um tratamento acústico para aumentar sua absorção e, consequentemente, diminuir seu TR.

A fim de aumentar a absorção e reduzir a reverberação do som, foi considerado o TR ótimo e proposto um novo material absorvente a partir de diversos testes de materiais, observando qual melhor se adequava ao intervalo necessário para uma boa inteligibilidade da fala.

D. Análise do método experimental

O método experimental teve como objetivo avaliar, na prática, o condicionamento acústico do Auditório, verificando o desempenho da inteligibilidade da fala. A análise foi baseada nos parâmetros acústicos descritos na revisão bibliográfica, incluindo os tempos de reverberação T_{20} [s], T_{30} [s] e T_{60} [s], o tempo de decaimento inicial (*EDT*) [s], o Índice de Transmissão da Fala (STI) [adimensional], a Definição (D_{50}) [%] e a Clareza (C_{80}) [dB]. Os equipamentos adotados foram o balão de 18 polegadas, dois sonômetros disponibilizados pela Unesp, três gravadores para captação de áudio e o software DIRAC®.

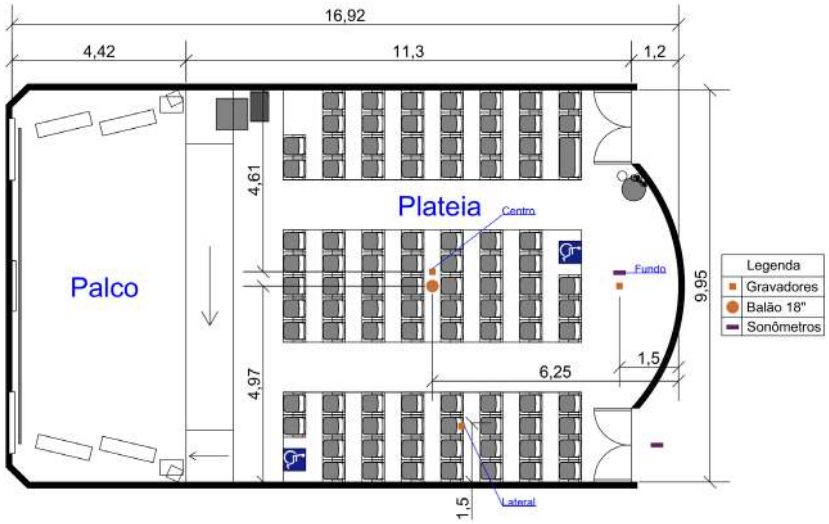
Antes do estouro do balão, foi realizado um levantamento prévio no Auditório para verificar se o som residual poderia interferir nas medições. Para isso, os sonômetros foram calibrados conforme as recomendações do fabricante e a norma 3382-2:2017, sendo ajustados para resposta lenta (*Slow*), unidade de medida dB(A) e escala automática (30 dB a 130 dB). Como as medições ocorreram em um ambiente fechado, não houve interferência do vento.

Em seguida, apenas duas pessoas permaneceram no Auditório para realizar 30 leituras, cada uma com duração de 10 segundos, conforme as normas de referência. As janelas estavam na posição habitual de uso (fechadas), assim como as portas, e o sonômetro foi posicionado a uma altura entre 1,20 m e 1,50 m do solo para medir o nível de pressão sonora. Foram

encontrados os valores de 48,5 dB e 44,3 dB, que correspondem ao L10 e L90, respectivamente, e o som residual obtido foi de 46,5 dB. Segundo a norma ABNT NBR 10152:2020, que estabelece os níveis de pressão sonora em ambientes internos, o intervalo adequado de som residual para auditórios grandes (> 600 m³) varia entre 30 dB e 35 dB. Portanto, o valor encontrado está acima do recomendado.

Durante o experimento com o balão, os materiais e objetos do Auditório foram mantidos, com janelas e portas fechadas e apenas duas pessoas para as medições, conforme as normas. Os gravadores foram posicionados a uma altura de 1,20 m a 1,50 m em três locais: a 1,50 m da parede lateral, a 1,50 m do fundo do Auditório e no centro, conforme a **Figura 09**.

Figura 09: Posição do balão de 18", dos gravadores e dos sonômetros.



Fonte: Autoral (2024).

Um único balão foi estourado no chão, no centro da sala, enquanto um sonômetro registrava o som no fundo do recinto (marcou 72,4 dB) e outro do lado de fora (marcou 59,4 dB), para avaliar o isolamento acústico. Os aparelhos foram configurados para resposta rápida (*Fast*), unidade dB(A) e escala automática (30 dB a 130 dB). Após isso, os áudios foram convertidos de .mp4 para .wav para possibilitar o upload no software DIRAC®, onde foram analisados e pós-processados na frequência de 2000 Hz.

III. Análise dos resultados

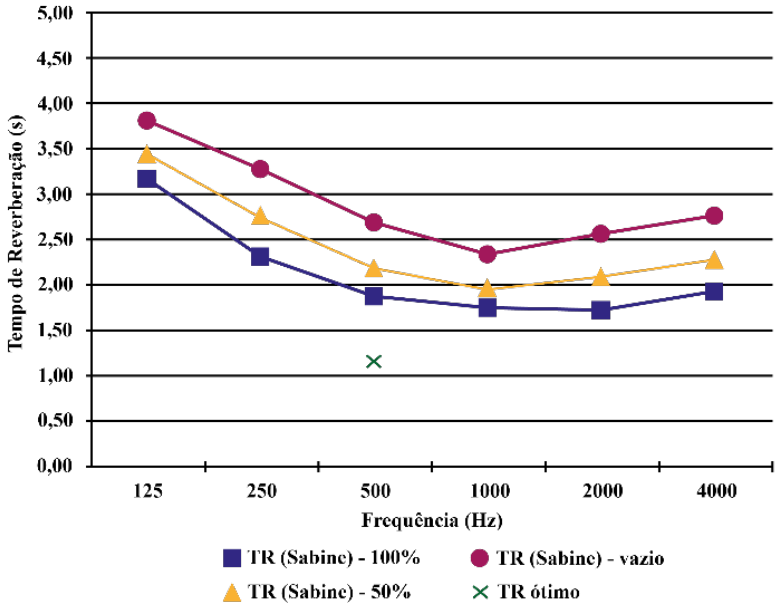
A. Resultados teóricos

Como mencionado anteriormente, foi observado que, em todas as condições do Auditório, os tempos de reverberação (TRs) de todas as frequências estavam com valores acima do

intervalo estipulado para o tempo de reverberação ótimo (TR ótimo), que foi de 1,062 s a 1,298 s. Dessa forma, foi comprovado que o ambiente, tanto para capacidade completa quanto para 50% da capacidade e vazio, estava muito reverberante e, assim, prejudicial à inteligibilidade da fala e das atividades realizadas no local.

A **Figura 10** demonstra um comparativo dos TRs (com base nas três situações analisadas de 100% e 50% da capacidade de ocupação do Auditório Sebastião Jorge Chammé e do Auditório sem pessoas) com o TR ótimo. Na **Figura 10**, é possível observar como a ausência de pessoas eleva de maneira significativa os valores de tempo de reverberação para todas as frequências.

Figura 10: Comparação de tempos de reverberação.



Fonte: Autoral (2024).

Como proposta de adequação acústica, o "piso de concreto liso" (material 88 da tabela da NBR 12179:1992) foi substituído pela "tábua de retalhos de madeira sobre concreto" (material 223 da tabela). Nas situações com 100% e 50% de ocupação, essa troca foi suficiente para adequar o ambiente ao TR ótimo: para o caso de 100% dos ocupantes, o novo tempo de reverberação foi de 1,1085 s (está entre o valor estipulado de 1,062 s a 1,298 s); já para o caso de 50% de ocupação, foi de 1,2219 s (também está entre o valor estipulado de 1,062 s a 1,298 s).

Já para o Auditório sem ocupantes, o acréscimo do “piso de concreto liso” configurou um novo tempo de reverberação de 1,3610 s, exigindo a proposta de mais uma adequação. Nesse caso, além do “piso de concreto liso”, foi adicionado o material 274 ("feltro de lã de rocha de 25 mm sobre parede"), nas paredes laterais de gesso até 1,97 m de altura.

B. Resultados dos parâmetros acústicos obtidos experimentalmente

O método experimental é a forma mais realista de se obter a resposta sobre como um ambiente está se comportando acusticamente. Nesse sentido, a **Tabela 01** apresenta um resumo dos principais parâmetros acústicos do estouro do balão e suas análises:

Tabela 01: Resumo dos principais parâmetros acústicos do estouro do balão e suas análises.

	Parâmetros Acústicos				
Posição	**EDT**	**C_{80} [dB]**	**D_{50} [dB]**	**T_{20} [s]**	**T_{30} [s]**
CENTRO	2,290 > TR (desfavorável)	-5,00 < -1,65 < 5,00 (bom)	0,32 < 0,65 (inaceitável)	3,018 > entre -5,000 e -25,000 (ruim)	2,631 > entre -5,000 dB e -35,000 dB (ruim)
FUNDO	2,053 > TR (desfavorável)	-5,00 < -4,36 < 5,00 (bom)	0,15 < 0,65 (inaceitável)	1,874 > entre -5,000 e -25,000 (ruim)	1,700 > entre -5,000 e -35,000 (ruim)
LATERAL	2,466 > TR (desfavorável)	-6,23 < entre -5,00 e 5,00 (ruim)	0,11 < 0,65 (inaceitável)	1,970 > entre -5,000 e -25,000 (ruim)	1,972 > entre -5,000 e -35,000 (ruim)
CONCLUSÃO	Desfavorável	Bom desempenho	Inaceitável	Ruim	Ruim

Fonte: Autoral (2024).

Para o Índice de Transmissão da Fala (STI), foi utilizada a classificação subjetiva da norma ABNT NBR IEC 60268-16:2018, que avalia a inteligibilidade da fala em ambientes sonoros, categorizando-os como ruim, pobre, razoável, bom ou excelente. Os dados adquiridos por meio do software DIRAC® foram resumidos na **Tabela 02**, referente ao resumo dos STIs do estouro do balão e suas análises.

Tabela 02: Resumo dos STIs do estouro do balão e suas análises.

STI [adimensional]		
Posição	**Intervalo**	**Qualidade**
Centro	0,46 (Fair)	Razoável
Fundo	0,41 (Por)	Pobre
Lateral	0,31 (Por)	Pobre

Fonte: Autoral (2024).

A análise dos parâmetros acústicos mostrou que, para a frequência de 2000 Hz, a maioria apresentou desempenho insatisfatório, e os dados do STI não são adequados ao volume e à finalidade da sala. Assim, o Auditório não atende aos padrões de inteligibilidade da fala. Essa conclusão, já indicada pelo método analítico, foi agora confirmada. Portanto, a substituição do material proposta também se demonstra uma solução válida.

IV. Conclusões

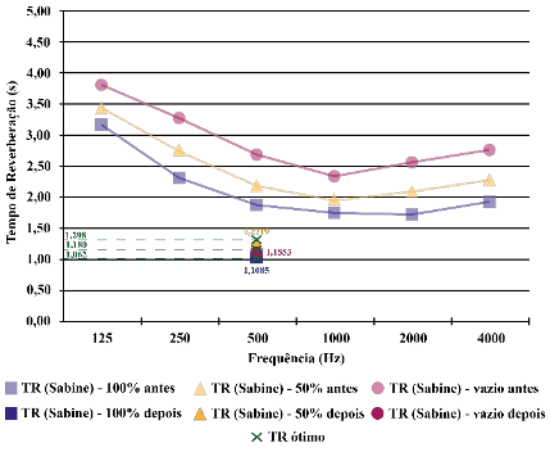
Os resultados dos dois métodos e sua comparação foram considerados confiáveis e satisfatórios para as análises do STI, do TR e dos parâmetros acústicos. Isso permitiu identificar os problemas acústicos do ambiente, viabilizando soluções para melhorar a inteligibilidade da fala no espaço avaliado.

Foi constatada a influência direta da absorção sonora com o TR. Conforme a diminuição da quantidade de pessoas para as análises, a absorção total diminuía e, assim, o TR aumentava junto com a reverberação, e os valores iam se distanciando mais do TR ótimo. Os demais parâmetros acústicos também estavam comprometidos.

Com o tratamento acústico proposto, a redução do TR conseguida também diminuiu o *EDT*, aumentando o índice de D_{50} devido à menor reverberação. Simultaneamente, os valores de C_{80} diminuem, pois esse parâmetro é característico de ambientes mais reverberantes voltados para a música. Como resultado, a inteligibilidade da fala melhora, uma vez que o tempo de reverberação influencia diretamente a relação sinal-ruído.

Dessa forma, foi possível definir uma proposta de diretriz para a adequação acústica do Auditório Sebastião Jorge Chammé: substituir o “piso de concreto liso” por “tábua de retalhos de madeira, com 2 cm de espessura sobre concreto” e, para o uso sem ocupantes, acrescentar “feltro de lã de rocha de 25 mm sobre parede” nas paredes laterais de gesso até 1,97 m de altura. A **Figura 11** expressa um comparativo entre os tempos de reverberação antes e depois das modificações propostas. Percebe-se como todos os novos valores estão dentro do intervalo estipulado de 1,062 s a 1,298 s do tempo de reverberação ótimo).

Figura 11: Comparação de tempos de reverberação novos e antigos.



Fonte: Autoral (2025).

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR IEC 60268-16**: equipamentos de sistemas de som - Parte 16: avaliação objetiva da inteligibilidade da fala pelo índice de transmissão da fala. Rio de Janeiro: ABNT, 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR ISO 3382**: acústica: medição de parâmetros de acústica de salas - Parte 2: tempo de reverberação em salas comuns. Rio de Janeiro: ABNT, 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10152**: acústica - níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2017. Versão corrigida [de] 2020.

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

BISTAFA, Sylvio Reynaldo. Conceitos fundamentais do som. In: BISTAFA, Sylvio Reynaldo. **Acústica aplicada ao controle do ruído**. 3. ed. São Paulo: Edgard Blucher, 2018. p. 17-27.

BRANDÃO, Eric. Fundamentos. In: BRANDÃO, Eric. **Acústica de salas**: projeto e modelagem. 1 ed. São Paulo: Edgard Bluncher, 2018. p. 484-547.

DA MOTA, Pedro Henrique; ALVES, Pedro Henrique De Oliveira; GARAVELLI, Sérgio. **Metodologia para avaliação da isolação acústica**: norma de desempenho NBR 15575. Programa de Iniciação Científica-PIC/UniCEUB-Relatórios de Pesquisa, v. 4, n. 1, 2019.

MACEDO, Ronaldo. **Auditório "Sebastião Jorge Chammé"**. Presidente Prudente, 2022. Disponível em: http://www.culturapp.com.br/equipamento/centro-cultural-matarazzo/. Acesso em: 08 jun. 2022.

MACEDO, Ronaldo. **Centro Cultural Matarazzo S/A IRF Matarazzo**: de indústria a centro cultural. Presidente Prudente, 2022. Disponível em: http://www.culturapp.com.br/equipamento/centro-cultural-matarazzo/. Acesso em: 08 jun. 2022.

MUSZKAT, Mauro. Música e neurodesenvolvimento: em busca de uma poética musical inclusiva. **Literartes**, São Paulo, Brasil, v. 1, n. 10, p. 233-243, 2019.

ROSSING, Thomas D. **Springer Handbook of Acoustics**. 2. ed. Stanford, USA: Springer, 2014.

ZANNIN, Paulo Henrique Trombetta; FERREIRA, Andressa Maria Coelho; ZWIRTES, Daniele Petry; NUNES, Elenise; STUMM, Silvana Bastos; TÖWS, Martin. Comparação entre tempos de reverberação calculados e medidos. **Ambiente Construído**, v. 5, n. 4, p. 69-79, 2005.