



Sala de reuniões e videoconferência: um estudo de caso sobre os desafios na adequação acústica de uma sala já finalizada

Soares, V. P.¹; Fengler, B.²; Rocha, R. R.³ Giner, J.C.⁴

¹⁻⁴ Giner Designing Sound Spaces, São Paulo, SP, Brasil,
{vitoria, barbara, raquel, jcginer}@giner.com.br.

Resumo

Este artigo aborda a importância do projeto acústico em ambientes corporativos, onde é crucial garantir uma acústica adequada para facilitar a comunicação clara entre os participantes. O estudo de caso apresenta uma sala de reunião que enfrentava problemas de inadequação acústica, especialmente durante reuniões realizadas em um segundo idioma e com participantes remotos. Foram realizados ensaios pré-projeto *in loco*, que comprovaram a ineficiência da sala. Em seguida, foi utilizado o *software* EASE AURA 4.4 para simular o cenário pré-projeto e implementar as soluções propostas. Após a conclusão do projeto, foram realizados ensaios que comprovaram que a qualidade acústica desejada foi alcançada. O artigo enfatiza a importância de um projeto acústico eficiente para aprimorar a qualidade das reuniões nesse contexto específico. Compartilhando informações sobre os desafios enfrentados e as soluções adotadas no projeto acústico da sala de reunião, o presente estudo busca fornecer auxílio para profissionais envolvidos na concepção e adaptação de ambientes corporativos, destacando a necessidade de considerar a acústica como um elemento essencial para o sucesso desses projetos.

Palavras-chave: Projeto acústico, Ambientes corporativos, Sala de reunião, Inadequação acústica, DIN 18041.

Meeting rooms and videoconferencing: a case study on the challenges of acoustic adaptation in a completed room

Abstract

This article discusses the importance of acoustic design in corporate environments, where ensuring proper acoustics is crucial for facilitating clear communication among participants. The case study presents a meeting room that faced acoustic inadequacy issues, especially during meetings conducted in a second language and with remote participants. Pre-project on-site tests were conducted, confirming the room's inefficiency. Subsequently, the EASE AURA 4.4 software was used to simulate the pre-project scenario and implement proposed solutions. After project completion, tests confirmed that the desired acoustic quality had been achieved. The article emphasizes the significance of efficient acoustic design in enhancing meeting quality in this specific context. By sharing information about the challenges faced and solutions adopted in the meeting room's acoustic design project, this study aims to provide assistance to professionals involved in the conception and adaptation of corporate environments, highlighting the need to consider acoustics as an essential element for the success of these projects.

Keywords: Acoustic design, Corporate environments, Meeting rooms, Acoustic inadequacy, DIN 18041.

1. Introdução

Observa-se que há uma tendência para projetos corporativos pela preferência de espaços multifuncionais, com permeabilidade visual e qualidade estética que traduza visualmente a personalidade e valores da empresa. Projetos como esse são, em sua maioria, alocados em espaços existentes que possuem planta livre e que permitem que os arquitetos possam dimensionar os espaços de acordo com a necessidade e especificidade de cada cliente. Segundo Regodón [1], os espaços múltiplos refletem as tendências de flexibilidade e conectividade nos espaços de escritórios, especialmente no momento pós pandêmico. No entanto, apesar dessas novas demandas, um bom projeto acústico é essencial para garantir que esses espaços cumpram sua funcionalidade e atinjam a qualidade esperada. Em uma sala de reunião, espaço comum em escritórios, a acústica desempenha um papel fundamental, pois é necessário que todos possam se comunicar claramente sem que a pessoa que está falando precise alterar o tom de voz.

No presente estudo de caso, o projeto acústico em questão foi de uma sala de reunião. O estudo acerca da qualidade acústica do local foi solicitado devido às reclamações referente à dificuldade de serem realizadas reuniões no local, apesar desse ser o propósito principal do espaço. Além disso, há uma condicionante adicional: as reuniões são frequentemente realizadas em um segundo idioma, existindo, inclusive, a necessidade de participações remotas de algumas pessoas.

Os usuários da sala de reunião do estudo de caso reclamavam da dificuldade de entendimento sobre o que era falado no ambiente, sejam essas falas de participantes presenciais e, principalmente, de maneira remota, sendo a dificuldade para compreensão ainda maior para os ouvintes *online*, mesmo com um investimento considerado no sistema de captação e transmissão. Verificadas as reclamações dos usuários, foi compreendido que havia um problema no condicionamento acústico da sala. A partir disso, foi verificada a necessidade de uma avaliação e a adequação de alguns parâmetros que descrevem a qualidade acústica do local.

O objetivo deste artigo é apresentar o processo de concepção e desafios do projeto acústico, levando em consideração as reclamações sobre a inadequação acústica da sala de reunião e os resultados de ensaios obtidos antes e após a implementação das soluções propostas pelo projeto. Serão abordados os desafios e as estratégias adotadas para criar um ambiente acusticamente adequado, mantendo o estilo arquitetônico já existente e que atenda às necessidades de comunicação efetiva durante as reuniões, especialmente quando conduzidas em um idioma estrangeiro e com participação *online*.

2. Fundamentação teórica

Para a avaliação da qualidade acústica da sala de reunião, foram considerados no presente estudo os parâmetros *Noise Criteria* (NC), Tempo de reverberação (TR) e Índice de Transmissão da Fala (STI).

O valor de NC é obtido por meio da análise das curvas de ruído, a fim de estabelecer um valor único para avaliação do ruído residual em determinado ambiente. As curvas de referência são estabelecidas pela norma ABNT NBR 10152 [2], bem como os valores de NC de referência para cada sala, a depender da finalidade de uso e a metodologia de ensaio. O valor de referência do NC para salas de reunião estabelecido pela normativa pode ser verificado no Quadro 1. Além dos valores de referência para o NC, a ABNT NBR 10152 [2] estabelece também valores de referência para o nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A, L_{Aeq} , e para o nível máximo de pressão sonora ponderado em A, L_{ASmax} . Cabe ressaltar que a norma apresenta uma tolerância de 5 dB para os ensaios de L_{Aeq} e L_{ASmax} e de 5 para análise do NC.

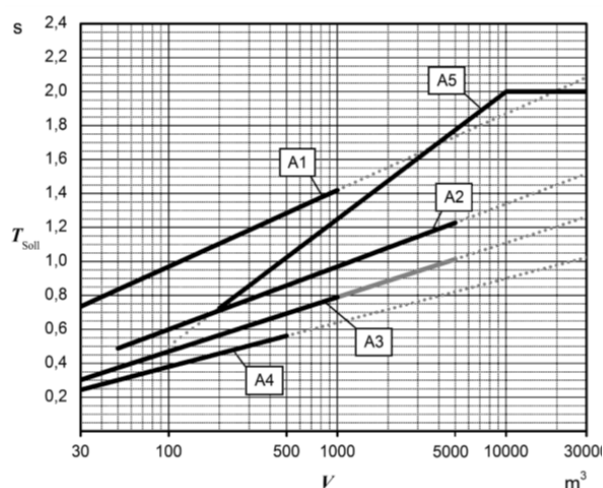
Quadro 1: Valores de referência para salas de reunião conforme ABNT NBR 10152 [2].

Finalidade de uso	RL_{NC}	RL_{Aeq} [dB]	RL_{ASmax} [dB]
Salas de reunião	30	35	40

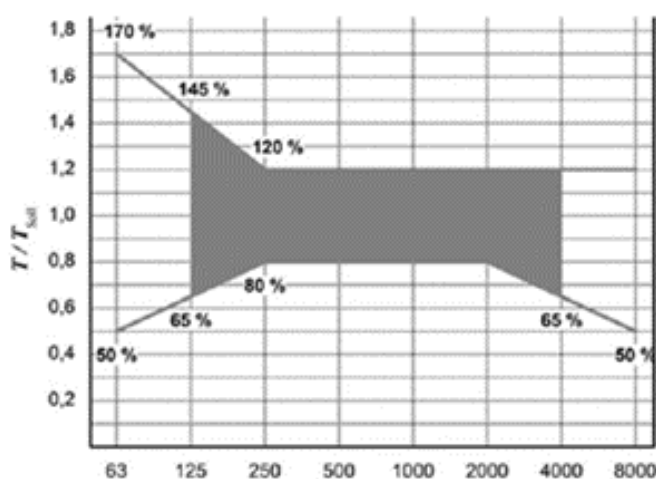
De acordo com Brandão [3], o tempo de reverberação, TR ou T_{60} é o parâmetro objetivo mais famoso

para avaliação da qualidade acústica de um ambiente. Esse parâmetro corresponde ao tempo necessário para que a densidade de energia decaia 60 dB. No presente estudo de caso, o tempo de reverberação de referência foi considerado conforme a norma alemã DIN 18041 [4], a qual estabelece valores ideais para o TR a depender da finalidade de uso e volume do ambiente. Apesar de existir uma norma brasileira que determina os valores de tempo de reverberação para alguns tipos de sala de acordo com o volume da mesma, a ABNT NBR 12179 [5], essa é considerada obsoleta. Existem ainda outras diversas normativas e referências internacionais que poderiam ser adotadas no presente estudo. Entretanto, diversas referências bibliográficas e normativas, assim como a própria ABNT NBR 12179 [5], têm foco em salas maiores e de uso mais específico como teatros, óperas, salas de concerto, etc. Dessa forma, optou-se pela adoção da DIN 18041 [4] por ser uma norma consolidada internacionalmente e com foco justamente em salas menores e típicas de edificações corporativas e educacionais.

A Figura 1a apresenta os valores objetivos do tempo de reverberação a depender do tipo de ambiente e a Figura 1b o comportamento esperado em relação à variação em frequência, de acordo com norma alemã DIN 18041 [4]. A definição e categorização das salas pela mesma norma alemã podem ser verificadas na Tabela 1.



(a) TR objetivo conforme uso e volume da sala.



(b) Variação em frequência aceitável para o TR.

Figura 1: Valores e variação aceitável do TR, segundo DIN 18041 [4].

Por fim, o Índice de Transmissão de Fala, STI do inglês *Speech Transmission Index*, é outro parâmetro importante no estudo de caso em questão, uma vez que é utilizado para medir a inteligibilidade da fala no ambiente. O STI quantifica a clareza da comunicação, indicando a capacidade de compreender palavras e frases no ambiente. A norma ABNT NBR IEC 60268-16 [6] especifica os métodos objetivos para a classificação da qualidade da transmissão da fala em relação à inteligibilidade, sendo classificado conforme Quadro 2.

Quadro 2: Classificação do STI conforme ABNT NBR IEC 60268-16 [6].

≤ 0.3	0.3 a 0.45	0.45 a 0.6	0.6 a 0.75	≥ 0.75
Ruim	Pobre	Razoável	Bom	Excelente

3. Metodologia

Para compreender e quantificar a necessidade de intervenção na sala, foram realizados ensaios *in loco* do NC conforme os procedimentos descritos pela ABNT NBR 10152 [2] e do TR seguindo os procedimentos e diretrizes da ABNT NBR ISO 3382-2 [7], sendo realizada a medição do T_{20} para análise. Nesse estudo, a

Tabela 1: Categorias das salas tipo A conforme DIN 18041 [4].

Tipos de Uso	Descrição do tipo de uso	Exemplos
A1	Salas de músicas	Sala de música com música ativa e canto
A2	Salas de seminários/apresentações	Sala do Tribunal e do Conselho, Salão Municipal, Sala de Reuniões e Auditório da Escola
A3	Salas com foco para educação e comunicação	Sala de aula, Quarto para diferenciação, Sala de reuniões, Sala de conferências, Sala de seminário, Sala de grupo em creches, Asilos e Lares de idosos
A4	Educação/Comunicação inclusiva (comunicação linguística é possível com vários falantes parcialmente simultâneos e uso de língua estrangeira)	Sala de aula; Sala de reunião; Sala de grupo em creches, asilos e casas de repouso; Sala de videoconferência
A5	Salas de esporte	Esportes e piscinas para uso quase exclusivo como espaço esportivo

avaliação do TR envolveu a comparação dos resultados obtidos nas medições com os limites estabelecidos pela norma alemã DIN 18041 [4], conforme indicado na seção anterior. O T_{20} corresponde ao tempo que o NPS leva para decair 60 dB dentro de uma sala, mas medido nas faixas entre -5 dB a -25 dB, conforme indicado por Brandão [3]. A escolha dos autores em analisar o T_{20} é por causa da viabilidade nas realizações das medições *in loco*.

Obtidos os valores da sala de reunião na situação atual, a sala foi modelada no *software* EASE AURA 4.4, o qual se baseia no método de traçado de raios. Primeiramente, a fim de validar o modelo, foram analisados os valores simulados de T_{20} e comparados aos ensaios realizados antes das intervenções do projeto acústico.

De posse desses resultados, o projeto foi desenvolvido a fim de melhorar a qualidade acústica do local com o desafio de não descaracterizar o estilo arquitetônico da sala, que já havia sido aprovado pelo cliente. Por fim, os ensaios de comissionamento do NC e T_{20} foram realizados após a instalação das soluções acústicas indicadas e compatibilizadas com a arquitetura a fim de verificar se os valores objetivos do projeto foram atingidos.

Nas seções seguintes será apresentada a sala objeto do presente estudo de caso, resultados medidos *in loco* antes e após intervenções acústicas, resultados simulados e soluções acústicas adotadas.

4. Estudo de caso

4.1 A sala de reunião

O objeto de estudo trata-se de uma sala de reunião com 184,71 m³, localizada no terceiro pavimento de uma torre corporativa. O local apresenta característica conceituada em planta aberta. Dessa maneira compartilha a mesma estrutura física com outros ambientes determinados para outros tipos de uso, incluindo espaços destinados a equipe. Pertence a um grupo empresarial que possui equipes tanto no Brasil quanto no exterior, e, portanto, um dos objetivos de uso da sala é realizar reuniões por meio de videoconferência. A Figura 2 apresenta a planta do local, destacando a posição da sala de reunião em análise.

No entanto, os usuários da sala relataram uma situação recorrente: a sala não era adequada para

a realização de reuniões em geral, sendo impossível a realização de videoconferências. Uma das reclamações era sobre a dificuldade em compreender a fala dos participantes de forma remota e de serem compreendidos por eles. Essa limitação comprometia a efetividade das reuniões virtuais, sendo evidente a necessidade de um ajuste no local para viabilizar o uso da sala de reunião em questão.



Figura 2: Localização em planta do ambiente avaliado. Planta de situação, sem escala.

Um dos problemas facilmente identificado, já na primeira visita ao local, é que a sala possui duas laterais parcialmente em vidro: em um dos lados com uma divisória industrial em vidro e no outro por janelas para área externa. Todas as demais superfícies também são acusticamente reflexivas: acabamento de uma das paredes em tijolo cerâmico, as demais paredes e forro em gesso liso com pintura e piso vinílico, conforme indicado na Figura 3.



Figura 3: Sala de reunião antes da aplicação das soluções acústicas.

4.2 Ensaios pré-projeto acústico

Realizaram-se ensaios nas condições da sala de reunião antes de qualquer intervenção, visando obter os resultados necessários para a comparação com os parâmetros normativos, para posteriormente traçar quais ações seriam necessárias para a adequação.

Foram realizadas medições do NC tanto com o sistema de ar-condicionado ligado quanto desligado. Os resultados obtidos foram então comparados com os critérios estabelecidos pela ABNT NBR 10152 [2], e os dados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Comparação entre valores de NC medidos *in loco* e valores de referência de acordo com a ABNT NBR 10152 [2].

Ambiente e situação sendo avaliada	Nível de Pressão Sonora Representativos do Ambiente NC	Valores de referência ABNT NBR 10152 [2] RL_{NC}	Atende aos valores de referência?
Sala de reunião (ar-condicionado desligado)	23	30	Sim
Sala de reunião (ar-condicionado ligado)	50	30	Não

Conforme apresentado na Seção anterior, a norma DIN 18041 [4] estabelece o TR ideal, classificando-o de acordo com o tipo de uso. Além disso, define faixas de tolerância para o TR em função da frequência, levando em consideração os diferentes tipos de uso. Com base na finalidade atribuída à sala, pode-se concluir que ela se enquadra no tipo de uso A4, conforme a classificação estabelecida pela normativa. A Figura 4 apresenta os resultados obtidos de T_{20} , bem como a comparação com as recomendações da DIN 18041 [4].

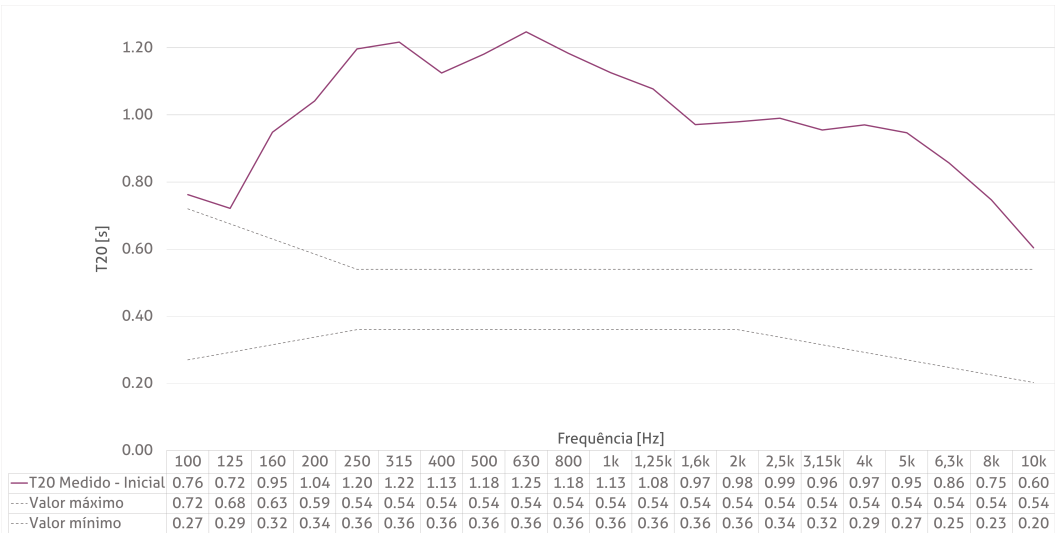


Figura 4: T_{20} medido comparado aos limites determinados pela DIN 18041 [4] na sala de reunião – Antes da intervenção acústica.

Os resultados obtidos por meio dos ensaios evidenciam a necessidade de um projeto para adequação dos parâmetros acústicos, tanto do NC quanto do TR. Devido à grande quantidade de materiais reflexivos e geometria da sala, pode ser verificada uma curva de tempo de reverberação bem diferente da esperada como típica para salas fechadas, visto que há uma grande variação entre as bandas de frequência, sem qualquer estabilização nas médias e altas, conforme seria o esperado.

4.3 O projeto

Analizando os resultados obtidos, constatou-se a necessidade de um projeto acústico para adequar os valores de NC e TR. Para o NC, é clara a necessidade de um ajuste no sistema de ar-condicionado, vista a grande diferença entre os valores medidos com o equipamento desligado e ligado.

Já para adequação do TR, e consequentemente do STI, na sala de reunião, foram realizadas as simulações no *software* EASE AURA 4.4 a fim de verificar as adequações necessárias no ambiente que garantem a melhoria acústica. Os processos de simulação e definição das soluções serão detalhados a seguir.

4.3.1 Resultados iniciais das simulações

No *software* EASE AURA 4.4 foi modelada a sala de reunião, levando em consideração os acabamentos conforme a situação inicial. Foram realizadas as simulações da situação pré-projeto para validação do modelo e entendimento da situação sobre o STI na sala, o qual não foi ensaiado *in loco*. Os resultados de STI e T_{20} simulados na situação inicial podem ser verificados nas Figuras 5 e 6, respectivamente. Com os resultados obtidos é possível verificar pequenas variações entre os valores ensaiados e simulados. Mesmo assim, foi possível validar o modelo de simulação para definição das soluções a serem utilizadas,

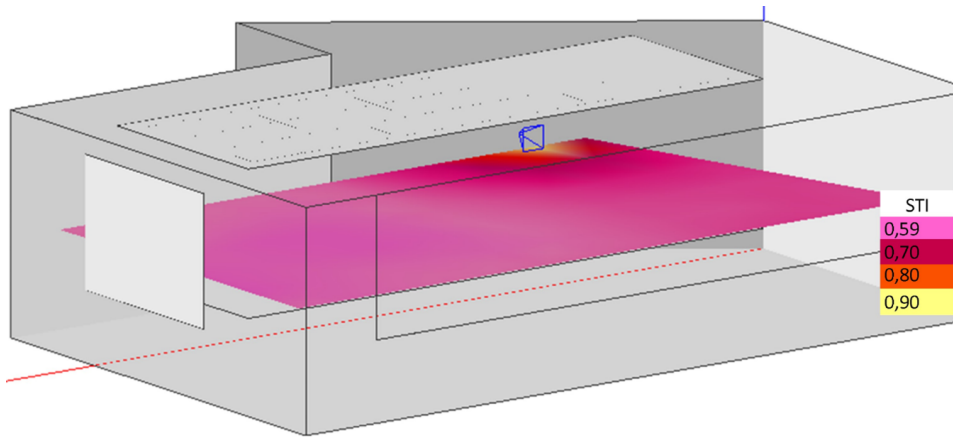


Figura 5: Distribuição do STI na sala de reunião obtido no *software* EASE AURA 4.4. Modelo inicial, sem aplicação das soluções.

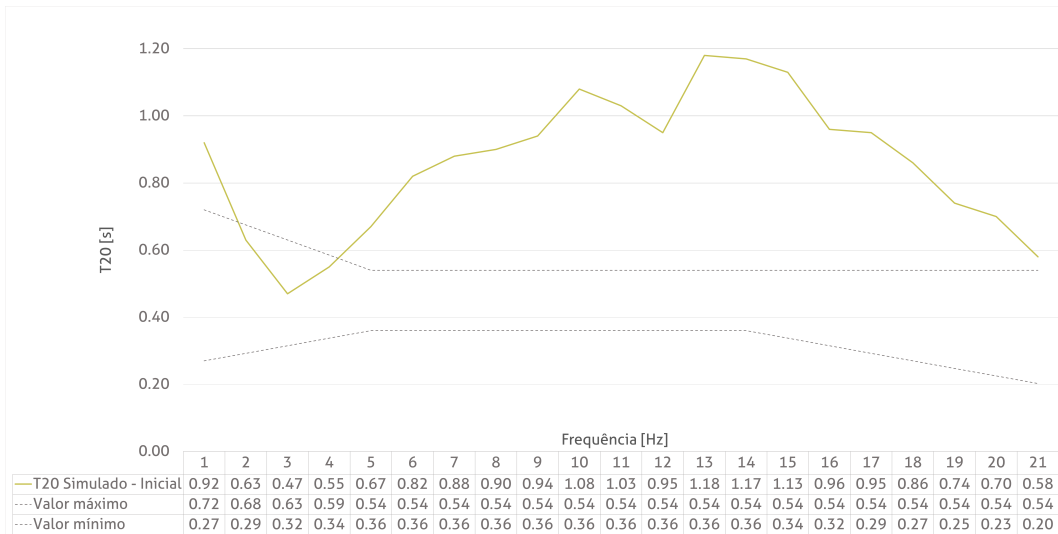


Figura 6: T_{20} simulado no *software* EASE AURA 4.4 comparados aos limites determinados pela DIN 18041 [4]. Modelo inicial, sem aplicação das soluções.

4.3.2 Soluções propostas

Com base nos resultados obtidos por meio das medições e das simulações pré-projeto, foram conduzidos estudos para identificar as possíveis intervenções necessárias. O desafio do presente estudo de caso é aplicar as soluções necessárias sem causar alterações estéticas drásticas no ambiente, ao mesmo tempo em que se alcança a qualidade acústica desejada pelos usuários.

A norma DIN 18041 [4] apresenta formulações de *layout* voltadas para o condicionamento acústico. Entre essas formulações, existem opções para salas de pequeno a médio porte, que podem ser aplicadas nesse contexto, conforme indicado na Figura 7.

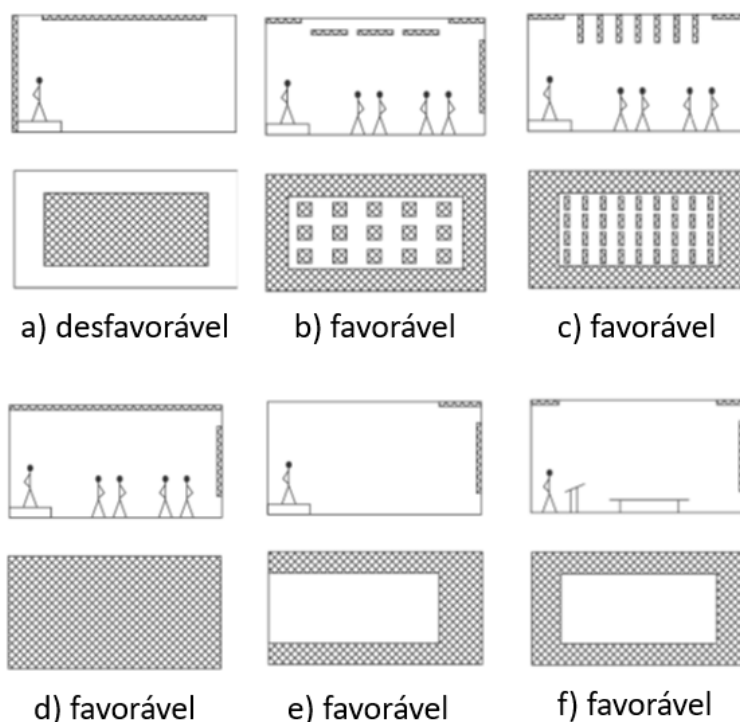


Figura 7: Distribuição das superfícies de absorção sonora para salas de tamanho pequeno a médio (adaptado de DIN 18041 [4]).

Ao analisar o projeto de estudo, a volumetria, as condicionantes e o uso, seguimos a distribuição recomendada pela norma DIN 18041 [4], optando por adotar a distribuição da opção "f", conforme ilustrado na Figura 7, sendo utilizado elemento de absorção em uma das paredes do fundo da mesa de reunião e no perímetro do forro ao redor da mesa central. Optou-se pela adoção de um elemento difusor posicionado exatamente acima da mesa de reuniões. De acordo com Cox e D'Antonio [8], a difusão é a característica de um material em refletir a energia sonora de uma forma uniforme na superfície, sendo, dessa forma, um difusor um elemento que vai espalhar a energia sonora que incide em si em diversas direções, no sentido oposto ao incidente. Dessa forma, o elemento difusor disposto acima da mesa de reunião é responsável por fornecer o suporte acústico necessário ao locutor. Com essa disposição, é garantida uma melhor inteligibilidade ao longo de toda a sala independentemente da posição do locutor.

Tendo a premissa a ser considerada em projeto e parâmetros objetivos, foram testados diversos materiais disponíveis no mercado brasileiro e com acabamento similares aos previamente considerados pela arquitetura. Por fim, sendo testados diversos materiais, a solução proposta foi a utilização de painel absorvente com lã mineral e acabamento em tecido em uma parede ao fundo da mesa de reunião e em uma parte de uma das paredes laterais à mesa. O mesmo material, mas com outra cor de tecido, foi utilizado no perímetro do forro. Na parte central do forro, sobre a mesa, foi utilizado um material de difusão acústica de médias frequências, feito em madeira com lã mineral sobre ele. Por fim, o revestimento do

piso e da parede com acabamento em tijolo cerâmico não foi alterado. Na Figura 8 é apresentada uma foto do elemento difusor utilizado, o qual é feito em madeira com perfurações dispostas de maneira específica para garantir a difusão na faixa de frequência desejada.



Figura 8: Elemento de difusão utilizado.

4.3.3 Resultados simulados com a aplicação das soluções proposta

O resultado simulado no *software* EASE AURA 4.4 para o tempo de reverberação com as soluções implementadas estão apresentados na Figura 9. A distribuição do T_{20} em 500 Hz ao longo da sala pode ser verificada na Figura 10 em duas alturas: altura média das orelhas dos participantes de forma presencial sentados à mesa e na altura do sistema de captação para transmissão aos participantes de forma remota. A Figura 11 apresenta os valores de STI obtidos ao longo da sala com a aplicação das soluções acústicas, também nas duas alturas.

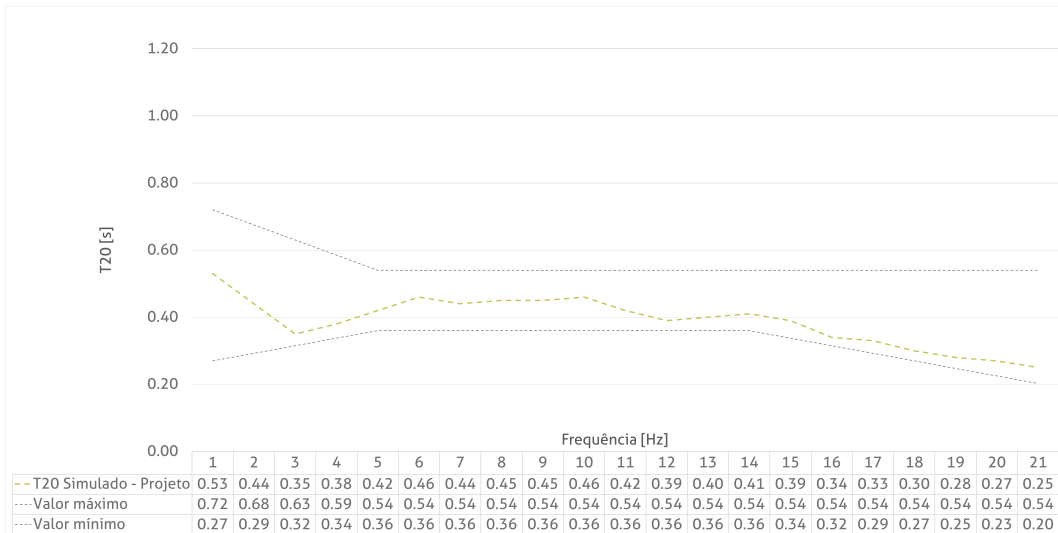


Figura 9: T_{20} simulado no *software* EASE AURA 4.4 comparados aos limites determinados pela DIN 18041 [4]. Modelo com a aplicação das soluções acústicas.

4.3.4 Resultados obtidos após aplicação das soluções

Após o ajuste do sistema de ar-condicionado e aplicação das soluções acústicas indicadas em projeto, os ensaios de NC e T_{20} foram novamente realizados. Os resultados de NC e comparação com os valores de referência da ABNT NBR 10152 [2] podem ser verificados na Tabela 3.

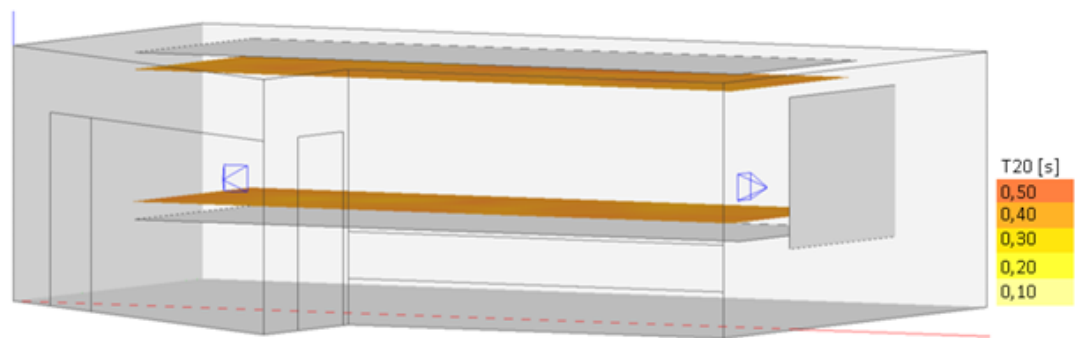


Figura 10: Modelo da sala de reunião no *software* EASE AURA 4.4. Distribuição do T_{20} em 500 Hz na sala com a aplicação das soluções.

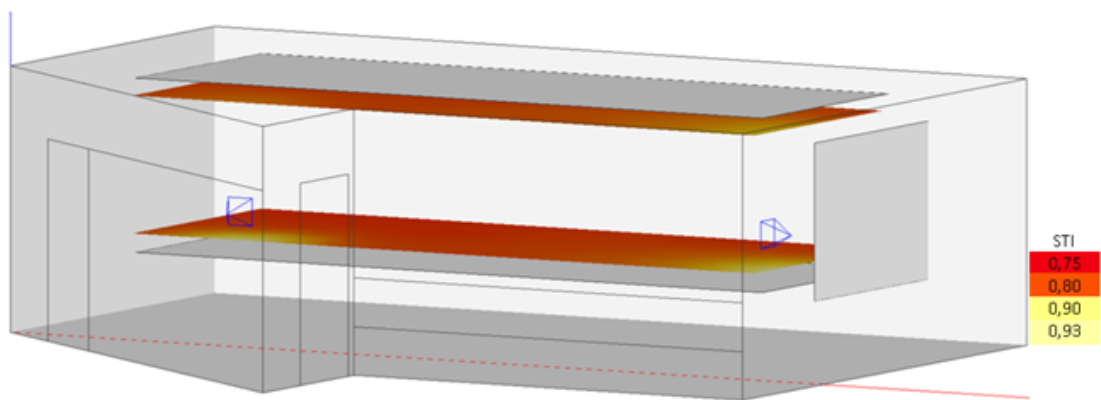


Figura 11: Modelo da sala de reunião no *software* EASE AURA 4.4. Distribuição do STI na sala, com a aplicação das soluções.

Tabela 3: Comparação entre valores de NC medidos *in loco* após ajuste do sistema de ar-condicionado e valores de referência de acordo com a ABNT NBR 10152 [2].

Ambiente e situação sendo avaliada	Nível de Pressão Sonora Representativos do Ambiente NC	Valores de referência ABNT NBR 10152 [2] RL_{NC}	Atende aos valores de referência?
Sala de reunião (ar-condicionado desligado)	19	30	Sim
Sala de reunião (ar condicionado ligado)	31	30	Sim, considerando a tolerância de 5 conforme ABNT NBR 10152 [2]

Os valores de T_{20} ensaiados após a aplicação dos revestimentos acústicos indicados constam na Figura 12, sendo também comparados aos valores ensaiados no local antes da aplicação das soluções.

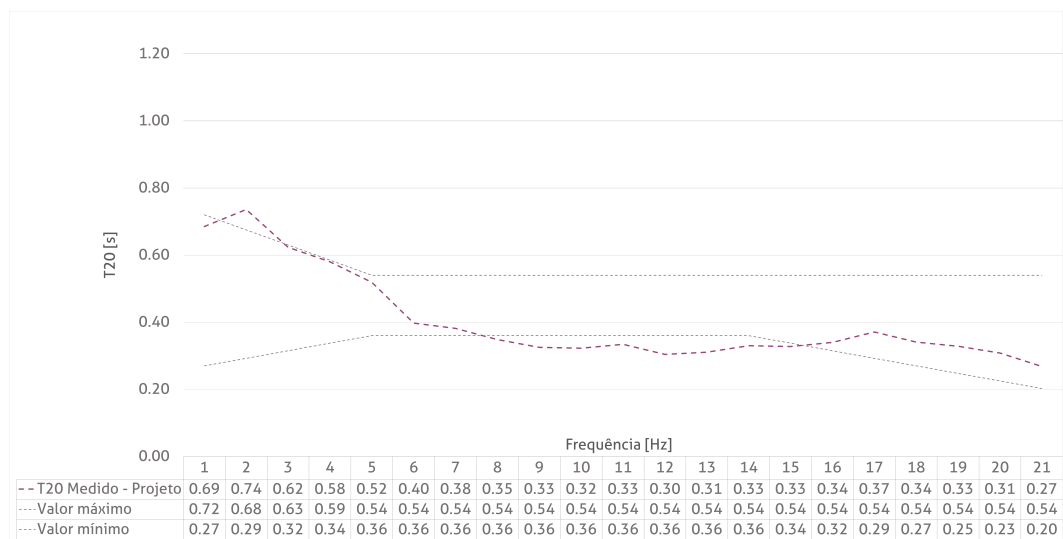


Figura 12: T_{20} ensaiados antes e após aplicação das soluções comparados aos limites determinados pela DIN 18041 [4].

A Figura 13 apresenta uma foto de como ficou a sala de reunião após a aplicação das soluções acústicas, sendo notável que não houveram alterações significativas no aspecto arquitetônico da sala. As adequações de projeto foram realizadas e a qualidade acústica melhorada, tudo isso sem alterar o estilo do ambiente, conforme premissa inicial do projeto.



Figura 13: Sala de reunião após a aplicação das soluções acústicas.

Ao analisar os resultados obtidos de acordo com os valores de NC apresentados na Tabela 3 e os valores de T_{20} ilustrados no gráfico da Figura 12, é possível constatar que os objetivos estabelecidos foram atendidos após a implementação das soluções acústicas indicadas no projeto.

É importante evidenciar que ao optar pela utilização de elementos de difusão conforme mostra a Figura 8, sobre a mesa em vez de absorção, garantiu-se a qualidade acústica ao longo de toda a mesa de reunião e suporte à fala do locutor independentemente de sua posição.

Ainda, a curva do tempo de reverberação após a aplicação das soluções, seja conforme simulação ou ensaio, apresenta uma característica conforme esperado para espaços fechados, com valores mais altos nas frequências mais graves e gradativamente se estabilizando nas médias e altas frequências.

5. Conclusões

A comparação entre os resultados simulados e os medidos evidencia claramente a importância de um projeto acústico realizado para salas que necessitam de uma adequada qualidade acústica para que possam

ser utilizadas para a funcionalidade pretendida.

Os valores de NC com o sistema de ar-condicionado verificado na situação inicial foi de 50. Após a implementação do projeto de adequação acústica, o NC na sala foi de 31. Esses resultados evidenciam a necessidade da compatibilização entre os projetos (exemplo: acústica e ar-condicionado) e também deixam clara a importância da interação entre as diferentes disciplinas em um projeto.

Já os valores de T_{20} em 500 Hz e 1000 Hz variaram, respectivamente, de 1,18 e 1,13 segundos para 0,35 e 0,33 s em uma média espacial da sala. Já a média do STI simulado era de 0,59 na situação inicial, passando para 0,80 após a aplicação das soluções. Em uma análise qualitativa, de acordo com a NBR IEC 60268-16 [6] o STI passou de ruim para excelente.

A partir dos resultados obtidos de NC e T_{20} , pode ser verificado o atendimento aos valores objetivos após a aplicação das soluções acústicas indicadas em projeto. A utilização de elementos de difusão acima da mesa central, e não de absorção - como é comum de ser verificado na maioria dos projetos - foi um ponto de extrema importância para a garantia da qualidade acústica ao longo de toda a sala, independente da localização dos ouvintes. Ainda, ao verificar as imagens da sala pré e pós execução do projeto acústico, pode ser identificada a permanência do estilo arquitetônico, sendo a interferência das soluções acústicas na aparência da sala a menor possível.

Por fim, o retorno positivo do cliente - tanto em relação à qualidade acústica quanto à parte estética - ao final do processo torna clara a importância de um estudo acústico complexo, que engloba a realização de ensaios para detecção do problema, simulações para garantia de um bom resultado e ensaios após a aplicação das soluções.

6. Agradecimentos

Os autores agradecem a Giner pelo incentivo e por disponibilizar os dados. Sua contribuição foi fundamental para o sucesso deste projeto.

Referências

1. REGODÓN, Alicia; NAVALÓN, Enrique García; HERNANDEZ, Juvenal Santiso; RODRIGUEZ, Enrique Delgado; SANTOS, Alfonso Garcia. Learnings from user digital trail post-occupancy evaluation before covid-19 for future workplace analysis and design. *Buildings*, MDPI, v. 11, n. 11, p. 513, 2021.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 10152: Acústica - níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações*. Rio de Janeiro, 2017.
3. BRANDÃO, Eric. *Acústica de salas: projeto e modelagem*. [S.l.]: Editora Blucher, 2018.
4. DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. *DIN 18041: Hörsamkeit in räumen — anforderungen, empfehlungen und hinweise für die planung*. Berlin, 2016.
5. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR 12179: Tratamento acústico em recintos fechados*. Rio de Janeiro, 1992.
6. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR IEC 60268: Equipamentos de sistema de som - parte 16: Avaliação objetiva da inteligibilidade da fala pelo índice de transmissão da fala*. Rio de Janeiro, 2018.
7. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. *NBR ISO 3382: Acústica - medição de parâmetros de acústica de salas - Parte 2: Tempo de reverberação em salas comuns*. Rio de Janeiro, 2017.
8. COX, Trevor J; D'ANTONIO, Peter. *Acoustic absorbers and diffusers: theory, design and application*. [S.l.]: Crc Press, 2009.