

INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE REFORÇO SONORO NA QUALIDADE ACÚSTICA DE UM AUDITÓRIO

Danilo Marques Franco (Bolsista PIBIC/SAE) – danilomfranco@gmail.com

Profa. Dra. Stelamaris Rolla Bertoli (Orientadora) – rolla@fec.unicamp.br

Palavras-chave: Qualidade acústica, Reforço sonoro, Acústica de auditório.

Introdução

O emprego de sistemas de reforço sonoro é comumente associado à melhoria acústica no ambiente onde é usado. Os profissionais da acústica, no entanto, vêm demonstrando que essa associação não deve ser feita incondicionalmente e, sim, estudada caso a caso. O reforço sonoro contribui preponderantemente para o aumento da energia sonora liberada no recinto que, por um lado, incrementa a quantidade de energia que alcança o ouvinte, por outro, pode potencializar as deficiências acústicas do ambiente.

Sob essa perspectiva, a avaliação e a análise acústicas se fazem extremamente necessárias em todo espaço destinado à comunicação (verbal ou musical). Assim, para estudar a influência do sistema de reforço sonoro na qualidade acústica de um auditório, essa pesquisa utilizou como estudo de caso o da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Unicamp.

Objetivo

Este trabalho visou avaliar acusticamente um auditório comparando os resultados de diferentes parâmetros acústicos do ambiente com e sem reforço sonoro.

Materiais e Métodos

O desenvolvimento do trabalho se deu com:

- O levantamento das características geométricas e construtivas do auditório;
- As medições para os parâmetros acústicos Tempo de Decaimento Inicial (EDT), Tempo de Reverberação (TR), Clareza (C80), Definição (D50), Índice de Transmissão da Fala (STI) e Porcentagem de Perda de Consoantes (%ALC) no auditório com e sem reforço sonoro; e
- A análise comparativa dos resultados nas duas condições entre si, com o indicado pelas normas ISO 3382-1:2009 e NBR 12.179:1992 e com o indicado para os parâmetros STI e %ALC (Tabela 1).

Qualidade	Intervalos de STI	Intervalos de %ALC
Ininteligível	0,00 - 0,30	100 – 33
Pobre	0,30 - 0,45	33 – 15
Razoável	0,45 - 0,60	15 – 7
Boa	0,60 - 0,75	7 - 3
Excelente	0,75 - 1,00	3 - 0

Tabela 1: Qualidade da fala e correspondência entre STI e %ALC.

Para tanto, definiu-se o sistema de medição. Como a técnica utilizada é a da Resposta Impulsiva, foram necessários os seguintes materiais: fonte omnidirecional, amplificador de potência, medidor de pressão sonora e computador portátil com o software de avaliação acústica de salas DIRAC (empresa Bruel & Kjaer) instalado. Para as medições com reforço sonoro, a fonte omnidirecional foi substituída pelo sistema eletroacústico do auditório.

Definido o sistema, alocaram-se os pontos de fonte e de recepção. Adotando o plano cartesiano XY na Figura 1 (planta baixa cotada do auditório), os pontos dispuseram-se conforme as coordenadas da Tabela 2:

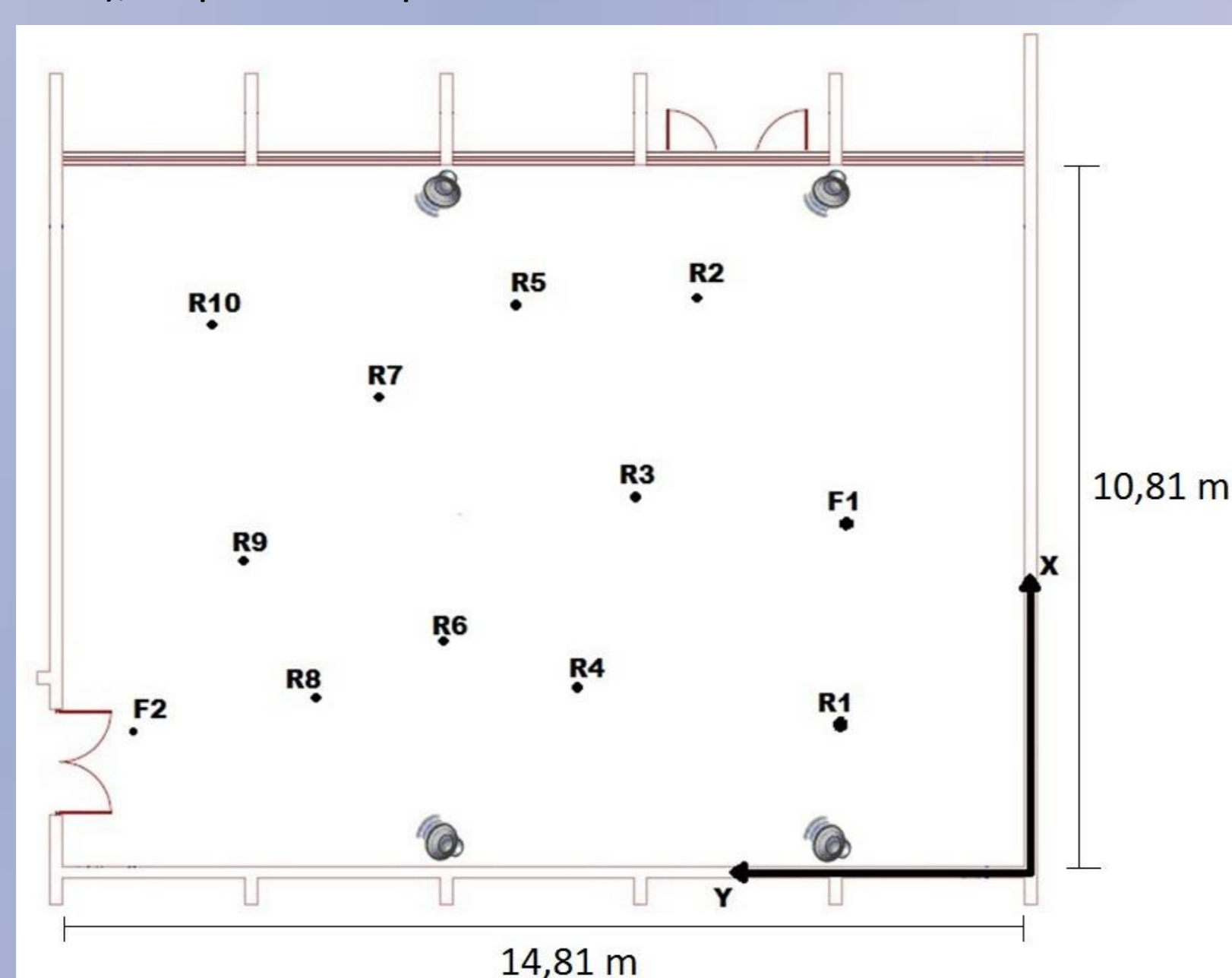


Figura 1: Planta baixa cotada do auditório.

Pontos Coordenadas	F1	F2	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
X (m)	5,34	2,07	2,21	8,81	5,71	2,81	8,71	3,41	7,21	2,51	4,71	9,35
Y (m)	2,73	13,75	2,86	5,08	6,00	6,91	7,88	8,90	9,93	10,88	11,98	13,67

Tabela 2: Coordenadas dos pontos de fonte e de recepção.

Resultados e Discussão

Características geométricas e construtivas:

- Da observação da Figura 1 e da Figura 2 (corte esquemático cotado do auditório), obtém-se o volume aproximado do ambiente de 1200 m³ (ao adotar esse volume para a curva de Salas de Conferência da NBR 12179:1992, obtém-se o valor indicado na Tabela 3, que expõe também outras recomendações); e
- Os materiais com potencial reflexivo da sala eram: piso em placas de Paviflex, paredes de blocos de concreto estrutural texturizadas, cadeiras da plateia revestidas com courvin, laje de concreto pré-moldado pintado e janelas cobertas com toldos de lona.

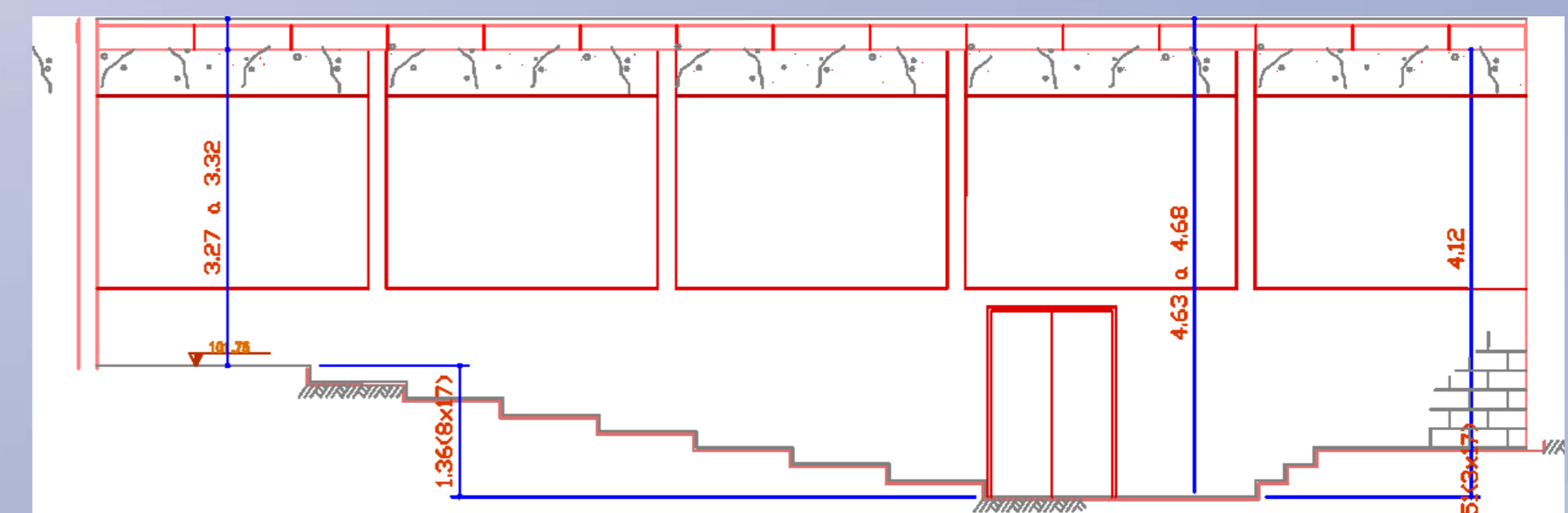


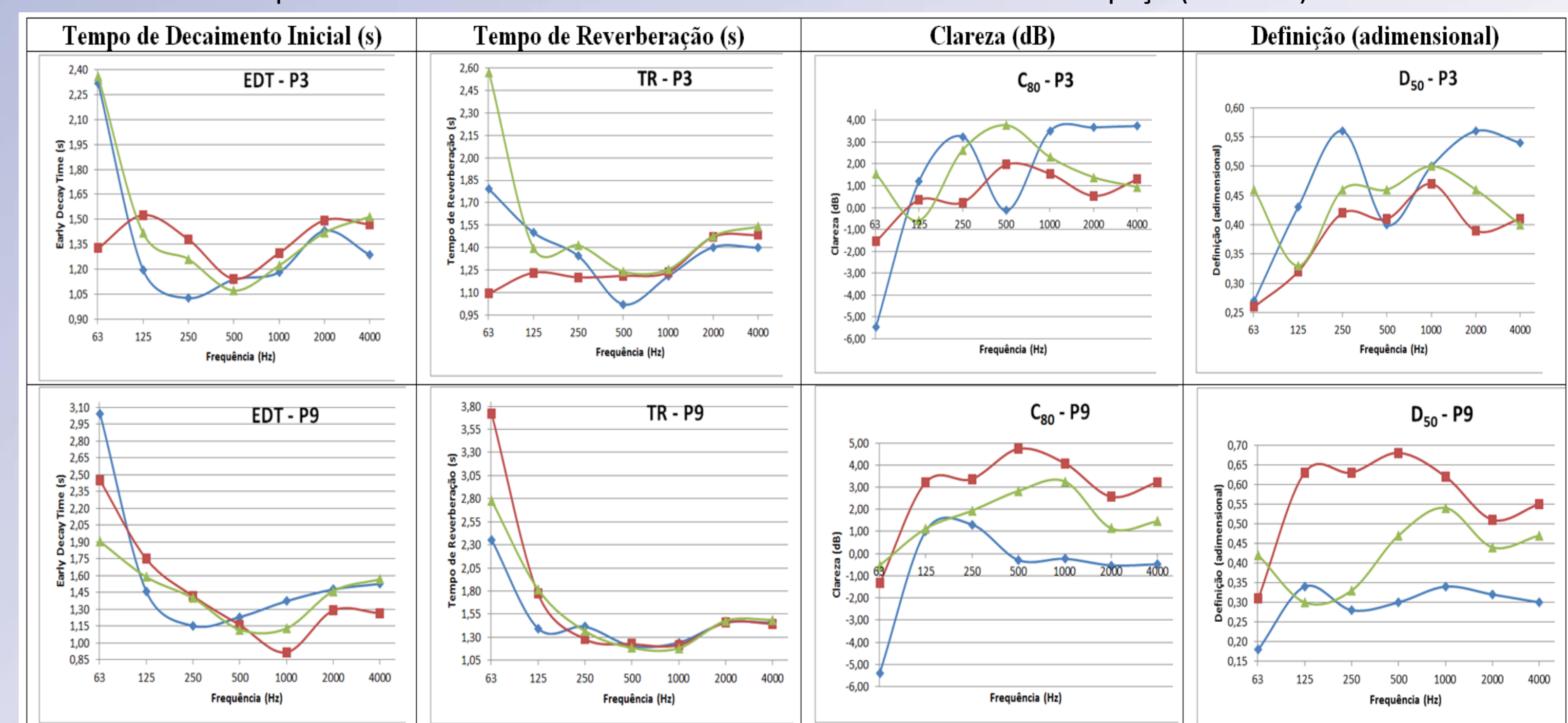
Figura 2: Corte longitudinal cotado do auditório.

Ambiente	Parâmetro	Faixa de frequência	Valor indicado	Adaptação da Fonte
Auditório	EDT	500 a 1000 Hz	1 a 3 s	ISO 3382-1:2009
	D ₅₀	500 a 1000 Hz	0,3 a 0,7	
	C ₈₀	500 a 1000 Hz	-5 a 5 dB	
Sala de Conferência	TR	500 Hz	0,8 s	NBR 12179:1992

Tabela 3: Recomendação das normas.

O Quadro 1 (resultados dos pontos R3 e R9, onde as curvas azuis correspondem à Fonte 1, as vermelhas à Fonte 2 e as verdes ao Reforço Sonoro) é um exemplo das observações abaixo:

- O reforço sonoro corrigiu os resultados de EDT, mas foi indiferente para TR, sendo que a excitação sonora contínua pode prejudicar a inteligibilidade;
- Para os parâmetros C80 e D50, o reforço sonoro intensifica a qualificação do auditório, pois aproximou todos os resultados do padrão razoável; e
- Os resultados dos parâmetros STI e %ALC ratificam a característica razoável do espaço (Tabela 4).



Quadro 1: Resultados dos pontos R3 e R9

Parâmetro	Distância (m)		STI			%ALC		
	Fonte 1	Fonte 2	Fonte 1	Fonte 2	Reforço Sonoro	Fonte 1	Fonte 2	Reforço Sonoro
R3	3,29	8,56	0,57	0,53	0,54	7,6	9,7	9,2
R9	9,27	3,18	0,52	0,60	0,55	10,4	6,6	8,5

Tabela 4: Resultados de STI e de %ALC para os pontos R3 e R9.

Assim se observa que todos os resultados se encontram num padrão razoável segundo as recomendações das normas e o sistema de reforço sonoro não corrige os déficits apresentados pelo o auditório. A exceção, no caso, é o ponto R9, pois a proximidade com a Fonte 2 foi suficiente para qualificar a inteligibilidade como boa. Ainda com relação à comparação com os valores recomendados, a Tabela 5 indica se os resultados de R3 e de R9 estão adequados:

Ponto Fonte Parâmetro	R3			R9		
	Fonte 1	Fonte 2	Reforço Sonoro	Fonte 1	Fonte 2	Reforço Sonoro
EDT	Sim	Sim	Sim	Sim	Parcialmente	Sim
TR	Não	Não	Não	Não	Não	Não
C80	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
D50	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

Tabela 5: Adequação dos resultados dos pontos R3 e R9

Conclusão

O auditório se encontra qualificado como de padrão razoável segundo a norma ISO 3382-1:2009 e o emprego do reforço sonoro não corrige as deficiências do espaço.

É necessária a correção acústica da sala no sentido de aumentar a absorção, para diminuir os tempos de reverberação até valores próximos a 0,8s, no entanto, uma modificação nesse sentido pode afetar negativamente os níveis sonoros no ambiente. A sala pode responder de uma maneira mais adequada se repensada a diretividade dos alto-falantes, pois os parâmetros de clareza e de definição comprovam que a energia é mal distribuída pelo espaço do auditório.