

ADEQUAÇÃO ACÚSTICA DAS SALAS DE AULA DA FACULDADE DE ENGENHARIA CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO - UNICAMP.

Aluno: Douglas Craveiro Goulart E-mail: douglas.goulart@yahoo.com.br

Orientadora: Stelamaris Rolla Bertoli E-mail: rolla@fec.unicamp.br



FACULDADE DE ENG. CIVIL, ARQUITETURA E URBANISMO

FAPESP – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo

Palavras-chave: Acústica - Salas de Aula - Adequação Acústica

INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Uma sala de aula livre de barreiras acústicas para o aprendizado apresenta baixo ruído de fundo e tempos de reverberação adequados, permitindo aos docentes usar um tom natural de voz livre de estresse vocal. (NELSON, SOLI, SELTZ, 2002).

Entretanto, não é essa a realidade encontrada pelos professores na maioria das escolas brasileiras. Avaliações acústicas de salas de aula sejam do ensino fundamental ou superior mostram o quão longe acusticamente do recomendado estão essas salas. Na Unicamp, mas especificamente na Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura e Urbanismo (FEC), a situação não é diferente. Embora as salas de aula sejam novas, elas não atendem a qualidade acústica desejada. Dessa forma, a adequação acústica das salas de aula da FEC tornou-se foco de estudo do presente projeto.

OBJETIVO

O presente projeto visa buscar melhorias acústicas economicamente viáveis para as salas de aula da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da UNICAMP, empregando medições e simulação acústica dos ambientes.

ACÚSTICAS DE SALAS

O desempenho acústico de um ambiente fechado é resultado de vários fatores, entre elas a forma geométrica do ambiente, a absorção acústica das superfícies, reflexões e difrações das várias paredes e elementos internos, fontes sonoras, seus espectros e diretividade, posição das fontes, efeitos das aberturas no ambiente (GERGES, 1992).

No interior de uma sala, inicialmente, o som se propaga chocando-se com as paredes limites e/ou com outros obstáculos na sua trajetória. O som emitido por uma fonte pode atingir um ouvinte diretamente (som direto) ou após ter se chocado com as paredes, o piso e o teto do recinto, ou seja, após refletir pelas superfícies (som refletido ou reverberante). O som direto e o refletido podem ou não atingir o ouvinte simultaneamente. (AMORIM, 2007)

O som ao chocar-se com uma superfície, tem parte da energia sonora refletida, mas parte dele pode ser absorvida ou ainda transmitida para outro ambiente. A absorção de uma superfície pode ser descrita pelo coeficiente de absorção sonora, que é a razão entre energia sonora absorvida e energia sonora incidente de determinado material ou objeto.

Avalia-se a qualidade acústica de um ambiente por meio de parâmetros acústicos estabelecidos e consagrados na literatura para a avaliação acústica de ambientes.

METODOLOGIA

Por meio do software EASE, da empresa RENKUS, que possibilita a simulação acústica dos ambientes usando modelos virtuais, uma sala de aula da FEC foi modelada e suas características acústicas simuladas. Essa simulação foi validada por medidas realizadas in loco fornecendo assim resultados confiáveis.

Continuando o presente projeto, outras duas salas de aulas da FEC terão o mesmo tratamento da primeira sala. As salas de aula selecionadas apresentam usos e tamanhos diferenciados.

Em seguida, será pesquisado materiais acústicos disponíveis no mercado que apresentem potencial para a melhoria acústica dos ambientes em estudo. Entretanto, em vez de analisar o desempenho desses materiais in loco, a avaliação ocorrerá nos modelos virtuais. Como provavelmente várias soluções serão possíveis, pretende-se fazer também uma análise comparativa de custo da adequação acústica.

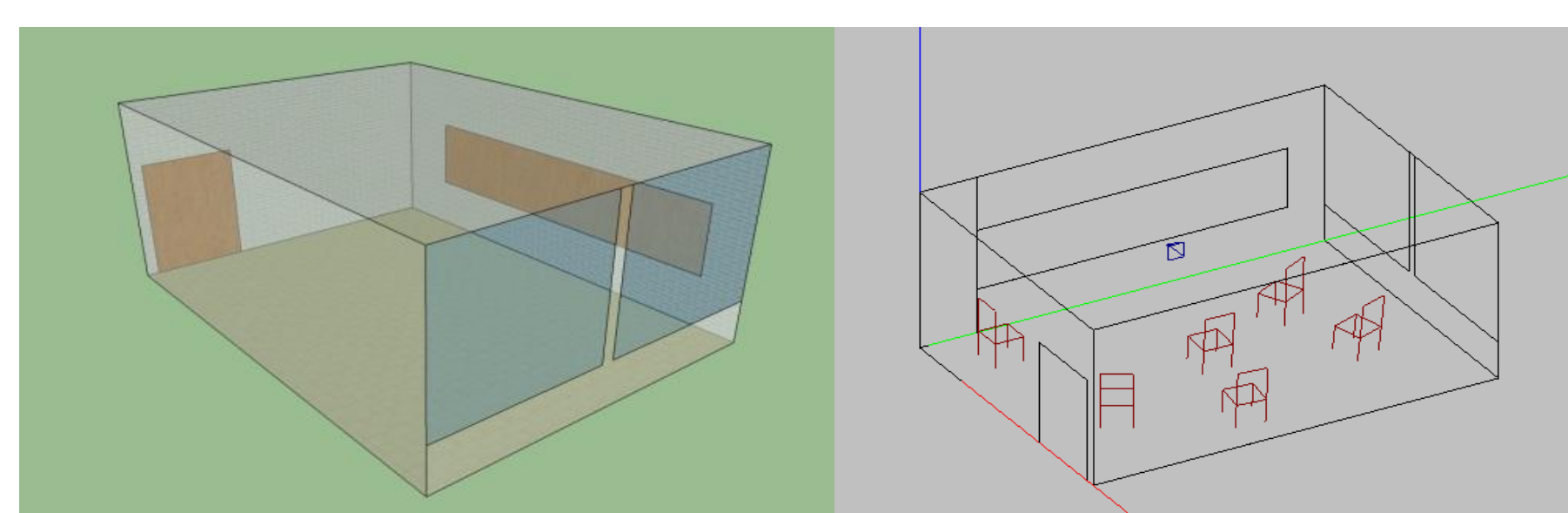
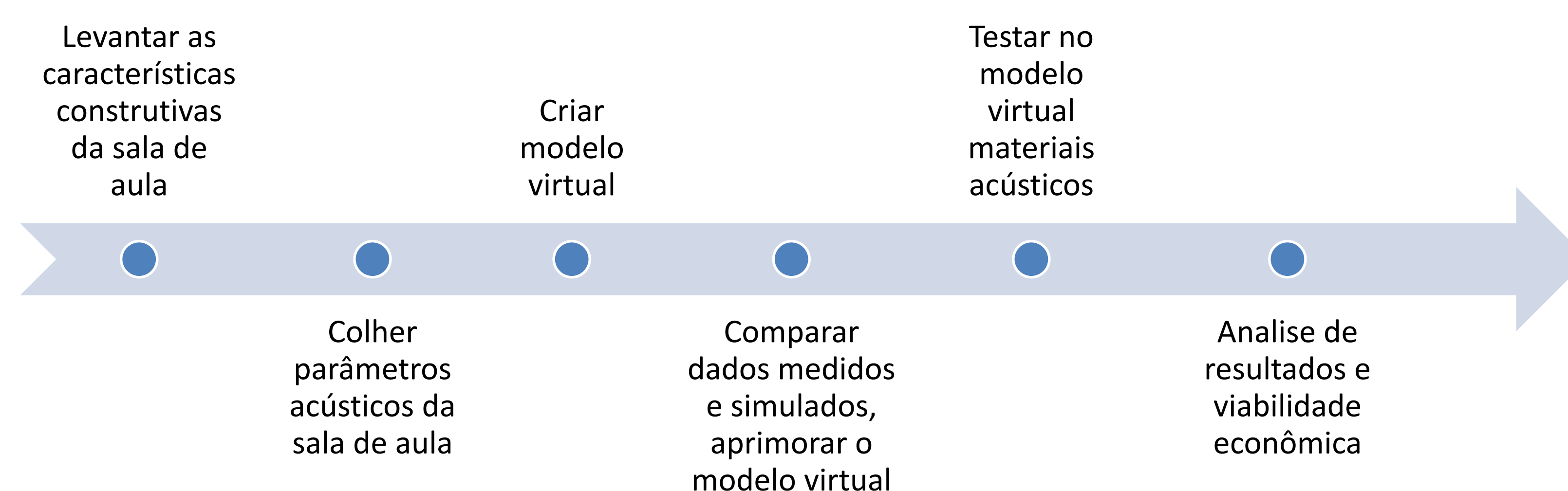


Figura 1: Sala de aula em estudo sendo modelada e análise de parâmetros acústicos simulados.



RESULTADOS

Compara-se parâmetros acústicos medidos in loco com os fornecidos pela simulação acústica do modelo virtual.

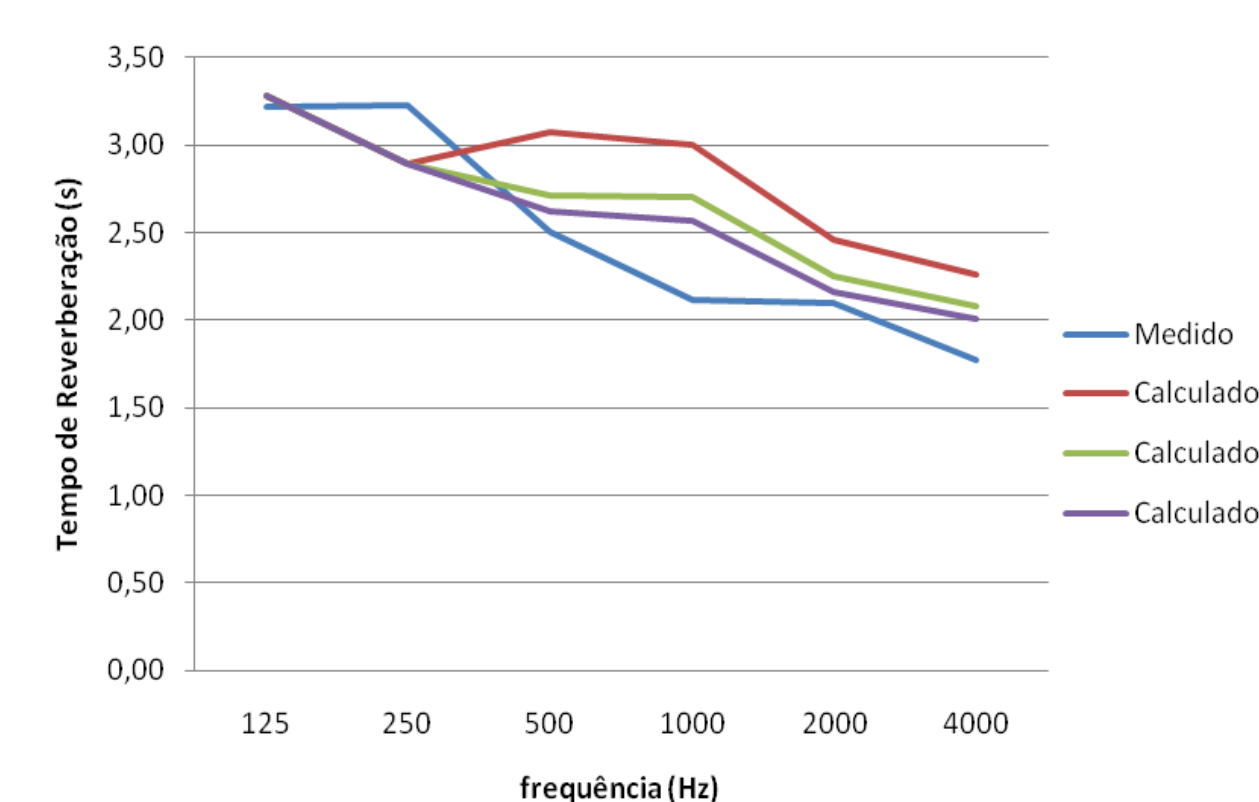


Figura 2: Gráfico comparativo do Tempo de Reverberação medido in loco com parâmetros simulados pelo software de acústica

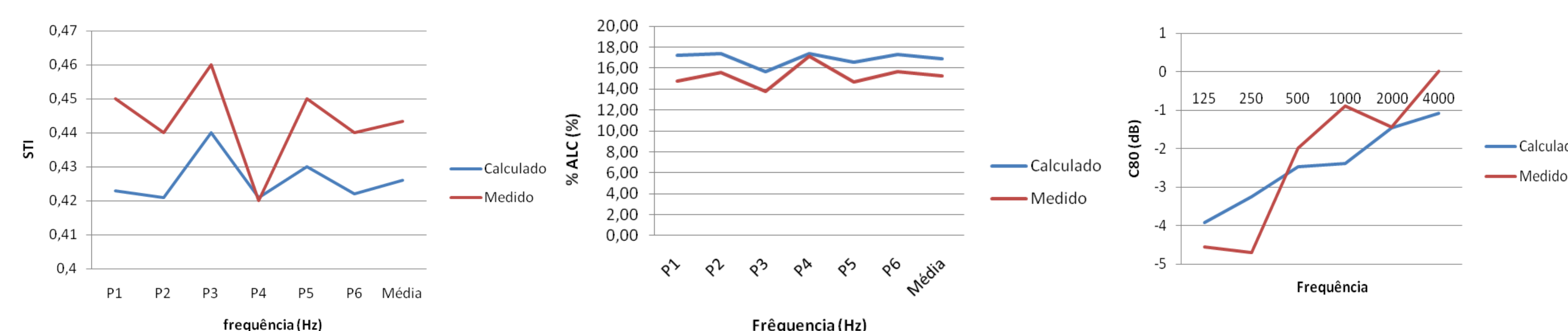


Figura 3: Gráficos comparativos dos resultados medidos e simulados dos parâmetros Índice de Transmissão da Fala (STI), Porcentagem de consoantes não Compreendidas (%ALC) e Clareza (C80)

CONCLUSÃO

Analisando os parâmetros acústicos medidos e simulados, observa-se que o tempo de reverberação não apresentou uma precisão satisfatória para todas as frequências, contudo, no contexto geral, nota-se que o tempo de reverberação pode ser simulado de forma satisfatória pelo software. A média do índice de transmissão da fala (STI) medido in loco foi 0,43 ± 0,01 e o simulado foi 0,44 ± 0,01. Já para a porcentagem de consoantes não compreendidas (% ALC) a média medida in loco foi (15,28 ± 1,13)% e a simulada (16,93 ± 0,68)%. Dessa forma, conclui-se que o modelo virtual criado da sala de aula em estudo está preparado para representar a realidade de forma satisfatória.

REFERÊNCIA

AMORIM, A. E. B. *Formas geométricas e qualidade acústica de salas de aula: estudo de caso em Campinas-SP. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, 2007.*

GERGES, S. N. Y. *Ruído: fundamentos e controle. Florianópolis: Centro Brasileiro de Segurança e Saúde Industrial, 1992. 600p.*

NELSON, Peggy B.; SOLI, Sigfrid D.; SELTZ, Anne. *Acoustical Barriers to Learning. Technical Committee On Speech Communication, New York, n. , p.2-11, 2002.*