



# ACÚSTICA PARA METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM

**Palavras-Chave:** Acústica de salas, Ambientes de aprendizagem, Condicionamento acústico

**Autoras:**

**Camila Amorim Pereira, FECFAU - UNICAMP**

**Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Fernanda de Oliveira, FECFAU - UNICAMP**

---

## INTRODUÇÃO:

A aplicação de metodologias ativas de aprendizagem tem se consolidado nas últimas décadas por meio de avanços nos estudos da pedagogia. Nessa perspectiva, o aluno assume um papel central no processo de ensino-aprendizagem, promovendo sua participação ativa (Moran, 2015). Entretanto, em salas de aula com uso de metodologias ativas, são adotadas diferentes dinâmicas que podem envolver deslocamentos e o movimento dos alunos, o que pode aumentar os níveis de ruído (Rands et al., 2017) e conseqüentemente prejudicar as atividades que demandam maior concentração.

## OBJETIVO:

A pesquisa tem o principal objetivo de analisar a qualidade acústica dos ambientes de estudo na FECFAU da Unicamp, a partir das mudanças no layout das salas aplicadas às metodologias ativas de aprendizagem. A análise comparativa tem a finalidade de estimar o impacto da adoção de técnicas de metodologias ativas no campo sonoro de salas de aula.

## MÉTODO:

A pesquisa foi organizada em: Definição do ambiente de estudo, medições acústicas em campo, modelagem computacional e análise dos resultados. Após definir as salas de aulas a serem analisadas, foram realizadas medições acústicas de tal forma que o modelo computacional pudesse ser validado.

As salas escolhidas estão na FECFAU da UNICAMP, são retangulares, têm piso vinílico, alvenaria de blocos de concreto pintados sem reboco, uma porta de aço e janelas. Cada uma tem capacidade para 45 carteiras. A sala 223 tem teto em laje de concreto aparente, enquanto a sala 111 conta com forro mineral.

Sala	Área (m <sup>2</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
223	68,80	227,06
111	160,10	528,32

Para a validação do modelo computacional foram realizadas medições acústicas em campo de acordo com a NBR ISO 3382 em bandas de oitava entre 125 Hz e 4 kHz. Foi utilizado o sistema DIRAC com os seguintes equipamentos: notebook com placa de som Scarlett 8i6 Focusrite, amplificador de potência sonora 2716 da B&K, fonte sonora omnidirecional 4296, da B&K, microfones omnidirecionais de 1/2" da Behringer.

Nas medições em campo foram adotadas 3 posições de fontes e 6 para os microfones (Figuras 1 e 2).

Para as simulações computacionais, foi utilizado o software I-Simpa 1.3.4. As modelagens consideraram dinâmicas de metodologias ativas de aprendizagem, representadas nos modelos A e B. No Modelo A foi considerada 1 fonte sonora, localizada próximo à lousa e 6 receptores espalhados pela sala (Figura 3). No Modelo B foram utilizadas 6 fontes, representando grupos de alunos com um emissor em cada grupo (Figura 4). As simulações foram adotadas tipo de cálculo SPPS (*Simulation de la Propagation de Particules Sonores*), método abordagem energética e realizadas com mobiliário da sala, considerando cadeiras estofadas e mesas de madeira envernizada.

Foram gerados resultados de tempo de reverberação (T30), tempo de decaimento inicial (EDT) e nível de pressão sonora (NPS), para a análise comparativa das duas situações de layout dos Modelos A e B. As análises consideram a mínima diferença perceptível (JND) de 5%, conforme critérios da ABNT NBR 3382.

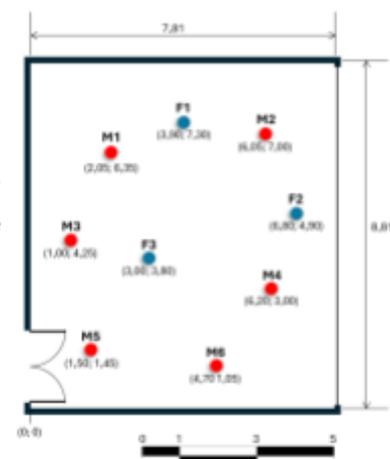


Figura 1 - Posições de fonte e microfone na sala 223. Fonte: Autoria própria



Figura 2 - Posições de fonte e microfone na sala 111. Fonte: Autoria própria

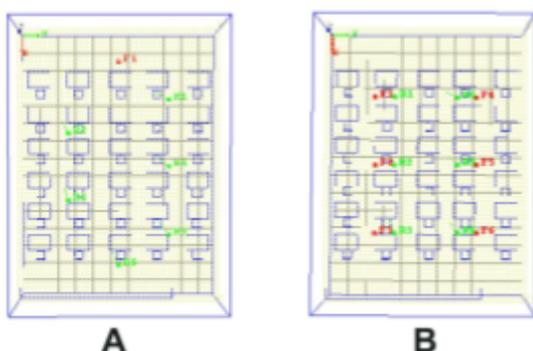


Figura 3 - Posições de fonte e receptores software I-Simpa sala 111. Fonte: Autoria própria

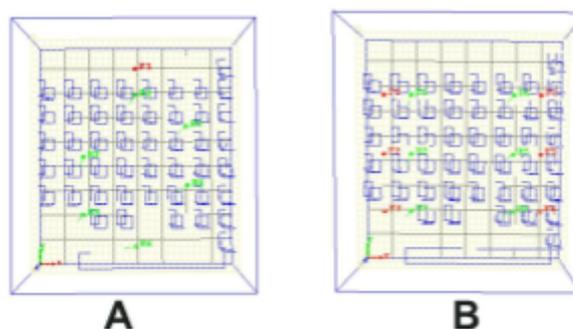


Figura 4 - Posições de fonte e receptores software I-Simpa sala 223. Fonte: Autoria própria

## RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Os resultados do T30, nas salas 223 e 111, nos Modelos A e B são maiores nas baixas frequências, com cerca de 2,0 s a 125 Hz, entretanto o maior T30 detectado se localiza na área mais

afastada da fonte sonora, devido a influência das reflexões da parede no fundo da sala. Considerando-se o JND, os valores de T30 foram próximos nos dois Modelos. A distribuição da reverberação foi considerada uniforme, conforme os resultados das Figuras 5 e 6.

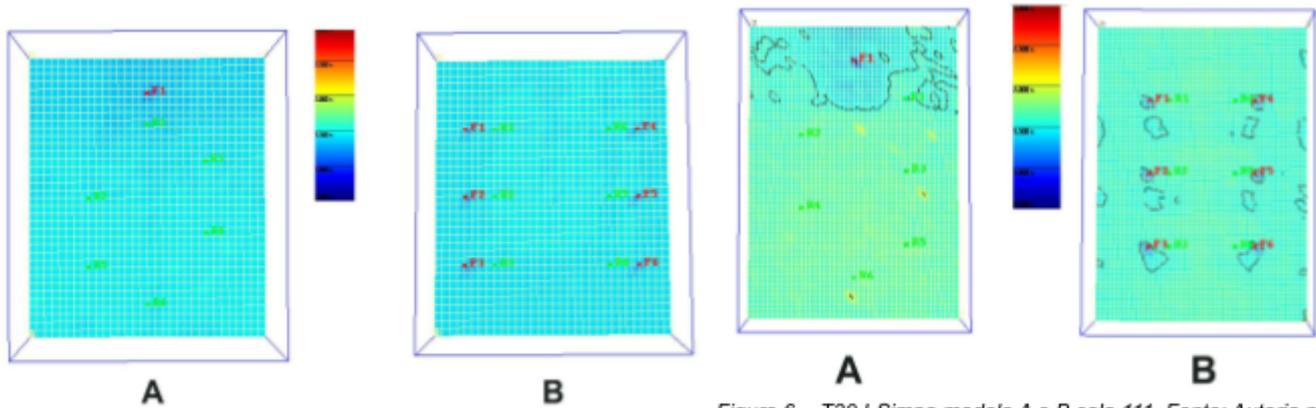


Figura 5 - T30 I-Simpa modelo A e B sala 223. Fonte: Autoria própria

Figura 6 - T30 I-Simpa modelo A e B sala 111. Fonte: Autoria própria

No Modelo A, tanto na sala 223 quanto na sala 111, o EDT, que representa a percepção da reverberação, foi menor. No modelo B, o EDT é uniforme por todo o ambiente com 1,2 s por conta das várias fontes no meio da sala. Os valores de JND foram próximos, com 1,2 s e 1 s no modelo A, enquanto 1,2 s e 1,18 s no modelo B. Na sala 111 o JND de 5% entre 0,94 s e 0,67 s no modelo A, enquanto no modelo B entre 0,67 s e 0,60 s.

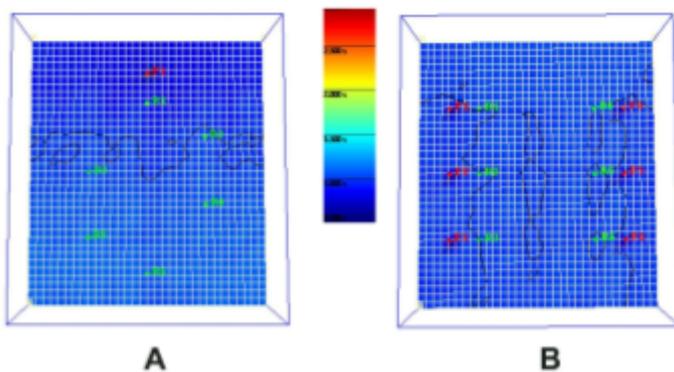


Figura 7 - Resultado EDT sala 223 no I-Simpa. Fonte: Autoria própria.

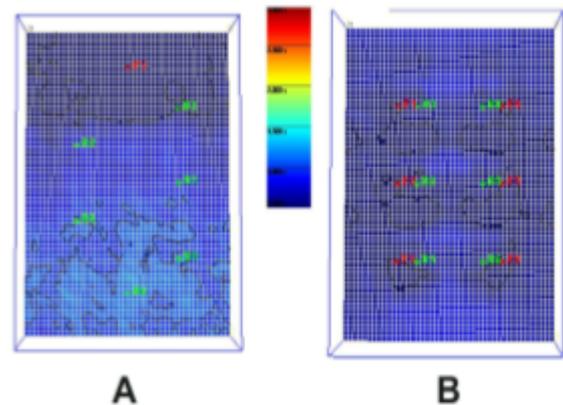


Figura 8 - Resultado EDT sala 111 no I-Simpa. Fonte: Autoria própria.

O NPS tanto na sala 223 quanto na 111 no Modelo A apresenta uma concentração de som no fundo da sala devido às reflexões na parede. Já no Modelo B o NPS se distribui por toda a sala, com os maiores valores de ruído.

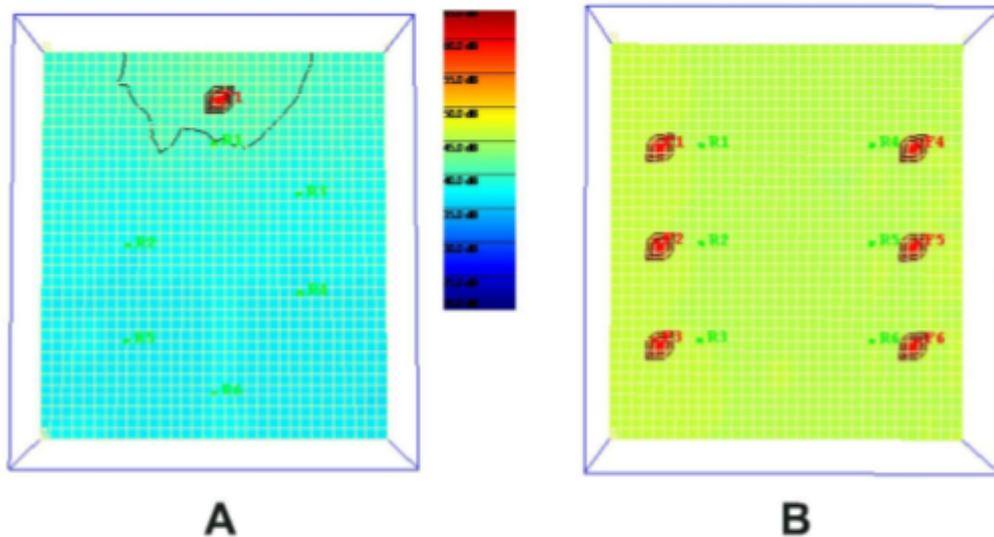


Figura 9 - Resultado Nível de Pressão Sonora sala 223 no I-Simpa. Fonte: Autoria própria

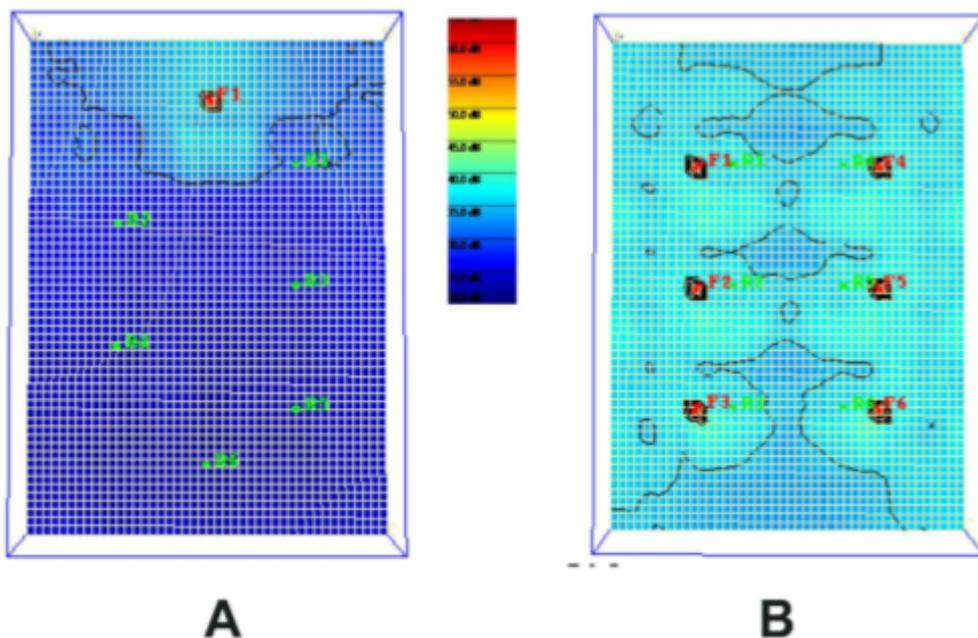


Figura 10 - Resultado Nível de Pressão Sonora sala 111 no I-Simpa. Fonte: Autoria própria

## CONCLUSÕES

Adotar a prática de metodologias ativas de aprendizagem nas salas de aulas tem sido cada vez mais valorizada nos ambientes de estudo, entretanto a sua aplicação sem análises prévias do impacto acústico pode prejudicar o conforto dos estudantes.

Neste trabalho, os campos sonoros de duas salas da FECFAU foram comparados, considerando a adoção de dois tipos de layout do mobiliário, que representam uma aula tradicional, com a disposição das carteiras em fileiras e uma aula com trabalho em grupos, representando uma técnica de metodologia ativa de ensino-aprendizagem.

Após analisar os resultados deste estudo, é possível afirmar que as atividades de ensino-aprendizagem que ocorrem em um layout tradicional em fileiras, com o professor posicionado em frente à lousa, comumente adotado em aulas expositivas, o local mais afetado acusticamente afetado é o fundo da sala. Assim, os estudantes posicionados no fundo da sala sofrem com o efeito da reflexão sonora da parede do fundo da sala e com a redução no NPS devido à distância em relação ao professor.

Por outro lado, quando a dinâmica é composta por trabalhos em grupos, acarretando alterações no layout do mobiliário da sala de aula, ocorre a emissão sonora simultânea de diversas fontes, com o consequente aumento do ruído. Além disso, ao contrário da situação verificada com o layout em fileiras, todas as superfícies assumem um importante papel no controle da acústica do ambiente.

Assim, para aplicar as técnicas das metodologias ativas de aprendizagem é necessário entender as alterações no campo acústico, que são definidas pelas mudanças de localização e quantidade das fontes sonoras no ambiente.

---

## BIBLIOGRAFIA

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 3382-2**: Acústica – Medição de Parâmetros de Acústica de Salas – Parte 2: Tempo de Reverberação em Salas Comuns. Rio de Janeiro, 2017.

MORAN, J. **Mudando a educação com metodologias ativas**. In: SOUZA, C. A.; MORALES, O. E. T. (orgs.). *Convergências Midiáticas, Educação e Cidadania: aproximações jovens*. Vol. II. Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2015, pp. 15-33

RANDS, M. L. et al. The Room Itself Is Active: How Classroom Design Impacts Student Engagement. *Journal of Learning Spaces*. [s.l.: s.n.].