

1. Objetivos:

- Obter a resposta impulsiva acústica de uma sala
- Comparar os procedimentos de obtenção da Resposta Impulsiva
- Obter o tempo de reverberação RT_{60} de várias “salas” .
- Efetuar outras medidas acústicas, segundo a norma ISO 3382-1.

2. Material Necessário:

- 02 Microfones Capacitivo Behringer Omnidirecional
- 04 pedestais de solo de microfone
- 02 Microfones Dinâmicos SM57
- 03 interfaces Maudio Fast Track Ultra 8R
- 03 réguas/filtro de linha, 3 tomadas cada.
- Fonte Omnidirecional, dodocaedral com 12 alto falantes
- Cabo de áudio bipolar
- 01 Amplificador de Potência 600W estéreo
- 03 notebooks com entrada Firewire
- 01 Software Audacity em cada notebook
- 01 Software REW (<https://www.roomeqwizard.com/>) em cada notebook
- Extensão para cabo de força 15m
- Cabos diversos

3. Dimensões e geometria do Local:

- Obtenham as dimensões da sala e
- Façam um croqui das cadeiras, bancadas, móveis
- Calculem o volume e a área total
- Ilustrar com fotos o local de medição

4. Setup:

- Pela fórmula de Sabine, $T_{est} = 0,163V/A$, com V é o volume em m^3 e A área da sala
- Usando o tempo de reverberação da sala T_{est} , calcule a distância mínima do microfone à fonte sonora:

$$d_{min} = 2\sqrt{\frac{V}{cT_{est}}},$$

c velocidade do som em m/s (340 m/s) e
T tempo de reverberação estimado em s

- Para todas as medições recomendam-se no mínimo 3 medições para cada microfone.

5. Determinação da Resposta Impulsiva (IR) e da Resposta em Frequência

- a) Método Direto, com microfones omnidirecionais, instalados na vertical, para captar os sons vindos de todas as direções, sem preferência, como mostra figura 1, Nas posições:
 - i. Centro da Sala
 - ii. Fundo da Sala
- b) via iFFT de logsweep

Usando os dois microfones omnidirecionais, posicionados na vertical, para captar os sons vindos de todas as direções, sem preferência, como mostra figura 1:

Figura 1. Posicionamento do Microfone capacitivo omnidirecional



Para as três fontes sonoras:

- a) Fonte Sinal Estrondo “Real”
- b) Fonte Sinal Ruído Rosa
- c) Fonte “Sweep Log”

6. Determine o Tempo de Reverberação, RT_{60} :

Considerando os sinais dos microfones como a Resposta Impulsiva (IR), $h(t)$, calcule através do espectro de potência da IR:

$$RT = 60dB \frac{t_{35} - t_5}{-5dB + 35dB} = 2(t_{35} - t_5)$$

7. Determine o EDT (Tempo de Decaimento Adiantado)

$$EDT = 6 \cdot t_{10}$$

- a) Sendo t_{10} o decaimento de -10dB desde o patamar da IR.
- b) Repita para as três fontes do item anterior

8. Determine a Clareza (C)

$$C_{t_e} = 10 \log \left[\frac{\int_0^{t_e} h^2(t) dt}{\int_{t_e}^{\infty} h^2(t) dt} \right]$$

Onde a Clareza = C_{80ms}

9. Determinação do Timbre (BR e TR)

- a) Método direto Medindo Tr para ruídos rosa em oitavas:

Tr(125)	Tr(250)	Tr(500)	Tr(1k)	Tr(2k)	Tr(4k)

$$b) BR = \frac{T_{125Hz} + T_{250Hz}}{T_{500Hz} + T_{1000Hz}}$$

$$c) TR = \frac{T_{2000Hz} + T_{4000Hz}}{T_{500Hz} + T_{1000Hz}}$$

- d) Determinte BR e TR através de filtragem da IR da sala

10. Força Sonora (G)

Posicionando um microfone omnidirecional a 10 m da fonte sonora, medir a resposta impulsiva $h_{10m}(t)$ e calcular:

$$G = 10 \log \left[\frac{\int_0^{\infty} h^2(t) dt}{\int_0^{t_{dir}} h_{10m}^2(t) dt} \right]$$

Onde: t_{dir} tempo de duração do pulso direto
 h_{10m} resposta medida a 10m da fonte sonora, sem reflexões

Se não for possível a medição de h_{10m} uma estimativa de G pode ser obtida por

$$G_{est} = 10 \log \left(\frac{RT}{V} \right) + 45 dB$$

Onde RT é o tempo de reverberação e V é volume da sala. A diferença entre a medição de G e sua estimativa G_{est} deve ser da ordem de 1 dB.

11. Coeficiente de Correlação Cruzada Inter-Aural (IACC)

Usando microfones cardióide a 17 cm em contra fase, e conectados nos canais esquerdo (L) e direito (R), conforme a figura 2.

Figura 2. Configuração dos microfones cardióides para IACC



$$IACC_{t_1 t_2}(\tau) = \max_{-1ms < \tau < 1ms} \left| \frac{\int_{t_1}^{t_2} h_L(t) h_R(t + \tau) dt}{\sqrt{\int_{t_1}^{t_2} h_L^2(t) dt \int_{t_1}^{t_2} h_R^2(t) dt}} \right|$$

h_L IR microfone esquerdo
e h_R IR microfone direito

12. Relatório

- a) Elabore uma página html (use o github.io) para colocar todos os áudios e medições efetuadas.
- b) Apresente todas as medições efetuadas, explicando num áudio as montagens com os respectivos diagramas (ou fotos) dos arranjos espaciais
- c) Apresente os resultados e conclusões obtidos. Nas medições com dois microfones, apresente a estimativa da intensidade e da velocidade sonora (obtida pela diferença de sinal entre os microfones, vide as notas de aula).

13. Referências:

ISO3382, Acoustics – Measurement of the Reverberation time rooms with reference to other acoustical parameters, 1997

MULLER, S., Transfer-Function Measurement with Sweeps, JAES, 2001.

-X-X-X-