

AULA 2 – MEDIÇÕES DE ACÚSTICA: USO DO SONÔMETRO

1) Ruído e poluição sonora:

A poluição sonora causa danos à nossa saúde e aos ecossistemas. Entretanto, os danos do ruído não causam danos imediatos, portanto hoje em dia, os níveis de ruído das cidades e das edificações é bastante elevado. Danos à saúde humana pela exposição ao excesso de ruído: zumbido e insônia; aumento da produção de hormônios da tireoide; aumento da produção de adrenalina e corticotrofina; contração dos vasos sanguíneos; dilatação da pupila e dor de cabeça; aumento do ritmo do batimento cardíaco; contração do estômago e abdômen; reação muscular.

Referência: <<https://www.newyorker.com/magazine/2019/05/13/is-noise-pollution-the-next-big-public-health-crisis>>.

2) Como trabalhar com o ruído - Normas da ABNT que tratam da medição de níveis de pressão sonora e prescrevem limites:

As normas da ABNT são uma prescrição de como está a tecnologia em relação à determinado assunto e elas devem ser seguidas pelos arquitetos. No âmbito da acústica, a partir das normas abaixo é possível saber como se deve ser feito as medições dos níveis de pressão sonora para que estas sejam confiáveis, além de nos passar limites de níveis de ruído para diferentes ambientações e situações.

- Normas ABNT:

- ABNT NBR 10.151: Indica como medir e traz referências de limite para o nível de pressão sonora em ambientes externos;
- ABNT NBR 10.152: Indica como medir e traz referências de limite para o nível de pressão sonora em ambientes internos;
- ABNT NBR 16.313: Esclarece e traz a terminologia dos termos usados nas normas anteriormente citadas;

- ABNT NBR 10.151:

Utilizar a norma para ambientes externos, predominantemente.

Essa revisão foi motivada pela necessidade de harmonizar os procedimentos técnicos a serem adotados nas seguintes aplicações:

- medições dos níveis de pressão sonora em ambientes externos às edificações, independentemente das fontes sonoras contribuintes;
- medições de níveis de pressão sonora em ambientes internos às edificações decorrentes de reclamações de fontes sonoras;
- avaliação sonora ambiental de empreendimentos, instalações e eventos em áreas habitadas, independentemente da existência de reclamações;
- apoio ao poder público no processo de gestão e fiscalização de poluição sonora;
- elaboração de estudo e projeto acústico de empreendimento, instalação e evento a ser implantado em uma delimitada área, compatibilizando sua inserção na paisagem sonora do local;
- orientação ao planejamento urbano de uso e ocupação do solo para efeito de controle da poluição sonora;
- orientação para classificação sonora de áreas destinadas a empreendimentos residenciais face aos requisitos da ABNT NBR 15575-4.

- ABNT NBR 10.152:

Utilizar a norma para ambientes internos culturais e de lazer, educacionais, escritórios, esportes, hotéis, residências e entre outros.

A revisão desta Norma foi motivada pela necessidade de harmonizar os procedimentos técnicos a serem adotados nas seguintes aplicações:

- medições dos níveis de pressão sonora em ambientes internos a edificações, independentemente das fontes sonoras contribuintes;
- determinação do nível sonoro representativo de um ambiente interno de uma edificação;
- avaliação de um ambiente interno de uma edificação, em função de sua finalidade de uso, sem ocupação;
- orientação à elaboração de projetos acústicos de ambientes internos de uma edificação.

3) Equipamento de medição:

Sonômetro é um medidor integrador de nível sonoro ou sistema de medição de nível de pressão sonora. Esse equipamento está em conformidade com a norma internacional IEC-61672, para a classe 1 ou classe 2. Ele é utilizado para realizar medições de ambientes internos e externos, desde que se use o protetor de vento acoplado ao microfone (veloc. vento preferencialmente menor que 5 m/s), realizando-se a correção da influência dos efeitos do protetor de vento na resposta em frequência do microfone, que depende de cada fabricante.

Metodologia de medição simplificado (seguindo as recomendações da Norma):

- Simplificado: nível de pressão sonora global (ambientes externos ou internos) global: todas as frequências “somadas”;
- Medir diretamente o $L_{A,eq,T}$: nível de pressão sonora contínuo equivalente ponderado em A no espectro global, durante o intervalo de tempo T;

Obs.: Ponderado em A é um fator de correção do nível de pressão sonora para o ouvido humano, em todas as faixas de frequências audíveis ao ser humano.

63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz	8000 Hz
- 25 dB	-15 dB	- 8 dB	- 3 dB	0	+ 1 dB	+ 1 dB	- 1 dB

Condições das medições:

Medições internas	Medições externas
- Estar a pelo menos 1m de qualquer interferência lateral (paredes, teto, piso, mobiliários ou outros objetos que possam refletir as ondas sonoras); - Pelo menos 3 pontos de medição, distando 0,7m entre cada ponto; - Altura de medição: alturas diferentes; - Tempo de integração não pode ser inferior a 30 segundos;	- Estar a pelo menos 2m de qualquer interferência lateral (paredes, muros, veículos ou outros objetos que possam refletir as ondas sonoras); - Não medir em dias de chuva, trovoadas, ventos fortes, temperaturas e umidade relativa do ar extremas (sonômetros classe 2: operar entre 0° e 40° C); - Altura da medição: Nível do solo: 1,2m a 1,5m; Poluição sonora urbana: 4m;

Regras gerais:

- Tempo de medição: duração de forma a caracterizar os sons produzidos no local;
- Caso não seja possível medir uma única vez, pode medir várias vezes, de modo que se tenha uma representação dos eventos sonoros que ocorrem no local;
- Altura de medição: depende de cada caso, analisar o entorno e o objetivo da medição;
- **Limites de aceitabilidade:**

Medições externas:

Tabela 3 – Limites de níveis de pressão sonora em função dos tipos de áreas habitadas e do período

Tipos de áreas habitadas	RL _{Aeq} Limites de níveis de pressão sonora (dB)	
	Período diurno	Período noturno
Área de residências rurais	40	35
Área estritamente residencial urbana ou de hospitais ou de escolas	50	45
Área mista predominantemente residencial	55	50
Área mista com predominância de atividades comerciais e/ou administrativa	60	55
Área mista com predominância de atividades culturais, lazer e turismo	65	55
Área predominantemente industrial	70	60

Medições internas:

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL_{Aeq} (dB)	RL_{ASmax} (dB)	RL_{NC}
Aeroportos, estações rodoviárias e ferroviárias			
Áreas de <i>check-in</i> , bilheterias	45	50	40
Salas de embarque e circulações	50	55	45
Centros comerciais (<i>shopping centers</i>)			
Circulações	50	55	45
Lojas	45	50	40
Praças de alimentação	50	55	45
Garagens	55	60	50
Clínicas e hospitais			
Berçários	35	40	30
Centros cirúrgicos	35	40	30
Consultórios	35	40	30

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL_{Aeq} (dB)	RL_{ASmax} (dB)	RL_{NC}
Enfermarias	40	45	35
Laboratórios	45	50	40
Quartos coletivos	40	45	35
Quartos individuais	35	40	30
Salas de espera	45	50	40
Culturais e lazer			
Salões de festa	40	45	35
Restaurantes	45	50	40
Cinemas	35	40	30
Salas de concertos	30	35	25
Teatros	30	35	25
Templos religiosos pequenos ($\leq 600 \text{ m}^3$)	40	45	35
Templos religiosos grandes ($> 600 \text{ m}^3$)	35	40	30
Bibliotecas	40	45	35
Museus (exposições)	40	45	35
Estúdios de gravação audiovisual	25	30	20

Educacionais			
Circulações	50	55	45
Berçário	40	45	35
Salas de aula	35	40	30
Salas de música	35	40	30
Escritórios			
Centrais de telefonia (<i>call centers</i>)	50	55	45
Circulações	50	55	45
Escritórios privativos (gerência, diretoria etc.)	40	45	35
Escritórios coletivos (<i>open plan</i>)	45	50	40
Recepções	45	50	40
Salas de espera	45	50	40
Salas de reunião	35	40	30

Finalidade de uso	Valores de referência		
	RL_{Aeq} (dB)	RL_{ASmax} (dB)	RL_{NC}
Salas de videoconferência	40	45	35
Esportes			
Ginásios de esportes e academias de ginástica	45	50	40
Hotéis			
Quartos individuais ou suítes	40	45	35
Salões de convenções	40	45	35
Áreas de serviço	50	55	45
Circulações	45	50	40
Residências			
Dormitórios	35	40	30
Salas de estar	40	45	35
Salas de cinema em casa (<i>home theaters</i>)	40	45	35
Outros			
Auditórios grandes ($> 600 \text{ m}^3$)	30	35	25
Auditórios pequenos ($\leq 600 \text{ m}^3$)	35	40	30
Cozinhas e lavanderias	50	55	45
Tribunais	40	45	35

Além disso:

Para fins de avaliação sonora, considera-se adequado para uso o ambiente cujos níveis de pressão sonora representativos sejam iguais ou inferiores aos valores de referência apresentados na Tabela 3, admitindo-se uma tolerância de até 5 dB para RL_{Aeq} e RL_{ASmax} e até 5 para RL_{NC} . Os valores de RL_{ASmax} devem ser considerados apenas quando a fonte sonora – objeto de avaliação for parte integrante da própria edificação onde situa-se o ambiente avaliado.

Importante:

- **Antes de cada série de medições:** ajustar o sonômetro com o calibrador sonoro acoplado ao microfone;
- **Ao final de uma série de medições:** verificação com o calibrador;

Exemplo de equipamento:

<https://www.bksv.com/pt-BR/products/measuring-instruments/sound-level-meter?utm_source=google&utm_medium=cpc&utm_campaign=mc_br_slm&gclid=EAlaIQobChMIzcaf0-Dy6wIViBCRCh3FYwwXEAAYASAAEgLG2vD_BwE>.

4) Mapas de ruído:

<https://www.youtube.com/watch?v=PaHbInYZQM8&ab_channel=FAUUSP>;

5) Escritórios de planta livre:

