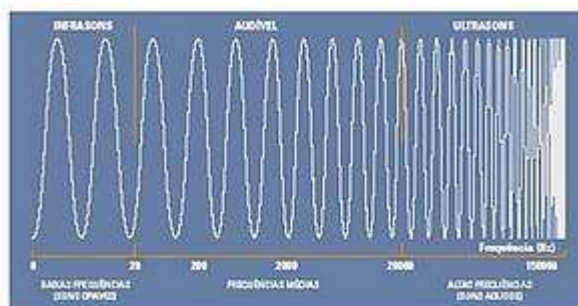


Ruído

Como se define

Define-se ruído, como sendo um *som* sem interesse ou desagradável para o auditor. O ruído (som) pode ser mais ou menos *intenso*, composto por uma só *tonalidade* ou composto por várias e a sua *propagação* varia consoante o meio em que o receptor se encontra.

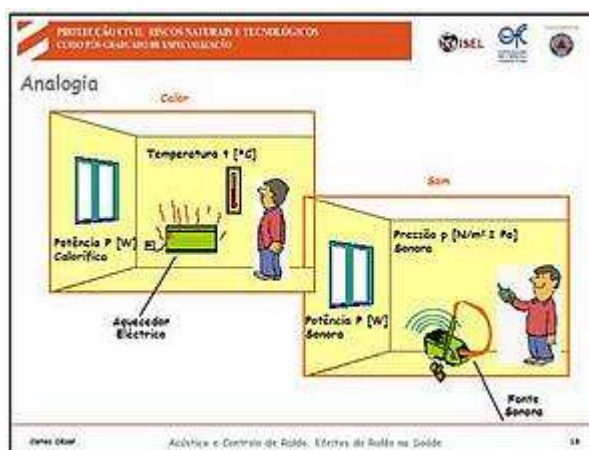
Som – O som é toda a variação de pressão que pode ser detectada pelo ouvido humano. O número de variações da pressão por segundo traduz a frequência do som e é expressa em Hertz (Hz). A percepção auditiva normal de uma pessoa nova e saudável varia aproximadamente dos 20Hz aos 20000Hz, a chamada Gama Audível. Os sons com menos de 20Hz são designados por infra-sons, sendo os sons com mais de 20000Hz imperceptíveis para o ouvido humano – os ultra-sons.



Fonte: Ruído e a Cidade – Instituto do Ambiente

Intensidade

A intensidade do som é a quantidade de energia que uma determinada fonte pode produzir. Fazendo a analogia com um aquecedor eléctrico, este produz uma certa quantidade de energia por unidade de tempo (watts/s), parâmetro que permite avaliar a quantidade de calor que o aquecedor pode produzir, podendo ser medido através de um termómetro. Uma fonte sonora, tomando como exemplo um aspirador, produzirá do mesmo modo uma certa quantidade de energia por unidade de tempo (joule/s); este fluxo de energia, numa determinada direcção, é designado por intensidade sonora.



Tonalidade

Quando se toca a mesma nota (mesma frequência) com a mesma intensidade num piano e num violino, nota-se claramente a diferença; em linguagem comum, diz-se que os seus tons são diferentes, permitindo, assim, reconhecer a fonte geradora do som. Qualquer fonte sonora pode conter um ou mais tons (i. e., sons cujo resultado da sua análise em frequência com largura de banda de 1/3 de oitava seja, pelo menos, 5 dB(A) superior ao nível das bandas de frequência adjacentes). Um ruído com componentes tonais é, regra geral, mais incómodo que outro que não possua estas características.

Velocidade do Som

A velocidade de propagação do som na atmosfera depende da densidade e da pressão do ar e pode ser calculada por uma equação cuja forma mais simples é:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{Em que:}$$

- v : Velocidade da onda
- λ : Comprimento de onda
- f : Frequência de onda

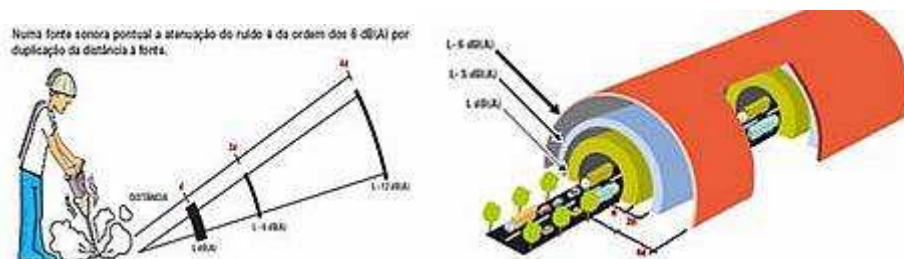
	MEIO	Velocidade do som (m/s)
Gases	Hidrogênio (0°C)	1261
	Hidrogênio (15°C)	1290
	Nitrogênio (0°C)	377
	Nitrogênio (15°C)	346
	Oxigênio (0°C)	346
	Oxigênio (15°C)	324
Líquidos	Água (20°C)	1490
	Benzeno (20°C)	1250
	Clorofórmio (20°C)	960
	Etanol (20°C)	1168
Sólidos	Aço (20°C)	5000
	Alumínio (20°C)	5040
	Chumbo (20°C)	1200
	Cobre (20°C)	3710
	Latão (20°C)	3500
	Rochas	até 6000
	Vidro	5370

Fonte: Acústica e Ruídos – Univ. Estadual Paulista

Propagação Livre

Outro factor importante na propagação do som é a sua atenuação com a distância. O som, ao propagar-se, sofre uma diminuição na sua intensidade, causada por dois factores:

1 - Dispersão das ondas: o som ao propagar-se no ar livre (ondas esféricas) vê a sua área de propagação aumentada em função do aumento da área da esfera. Como a energia sonora (energia de vibração das moléculas de ar) é a mesma, ocorre uma diluição dessa energia, causando uma atenuação na intensidade. De cada vez que duplica a distância da fonte, a área da esfera aumenta 4 vezes, diminuindo a intensidade sonora igualmente em 4 vezes, ou seja em 6 dB com o dobro da distância. Em relação a uma estrada (ondas cilíndricas), a pressão sonora diminui apenas 3dB com o dobro da distância.



Fonte: Ruído e a Cidade – Instituto do Ambiente

2 - Perdas entrópicas: Numa onda sonora, onde acontecem sucessivas compressões e rarefacções, ocorrem pequenos aumentos e diminuições na temperatura do ar. Pela 2ª Lei da Termodinâmica, sempre que se realiza uma transformação energética, acontece uma perda ou seja, parte da energia perde-se em forma de calor. É a chamada perda entrópica, assim, na propagação do som parte da energia transforma-se em calor, esta atenuação depende da sua frequência, da temperatura e da humidade relativa do ar

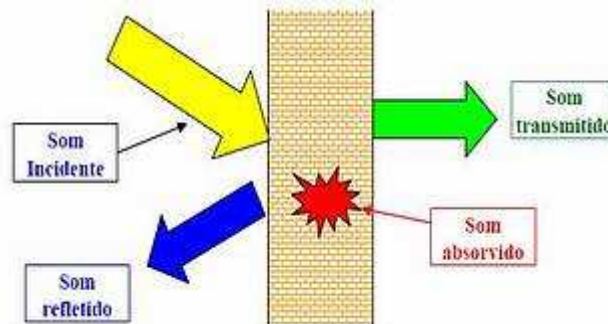
A atenuação do som com a distância em campo livre é:

- directamente proporcional à frequência, ou seja, o som agudo "morre" em poucos metros, enquanto que o som grave se pode ouvir a quilómetros de distância.
- inversamente proporcional à temperatura e à humidade.

Os constituintes do ar, principalmente o monóxido e o dióxido de carbono, são muito absorventes, atenuando bastante o som. Durante a propagação do som, o ar oferece maior resistência à transmissão de altas frequências e causa uma distorção no espectro de frequências. É por isso que nos sons produzidos a grandes distâncias, "se ouve" com maior nível os sons graves.

Propagação com Obstáculos

Quando se interpõe uma superfície no avanço de uma onda sonora, esta divide-se em várias partes: uma quantidade é reflectida, outra é absorvida e outra atravessa a superfície (transmitida).



Fonte: Acústica e Ruídos – Univ. Estadual Paulista

Reflexão

Se uma onda sonora que se propaga no ar encontra uma superfície sólida, a sua propagação é reflectida, segundo as leis da Reflexão Óptica. A reflexão numa superfície é directamente proporcional à dureza do material. Paredes de cimento, mármore, azulejos, vidro, etc., reflectem quase 100 % do som incidente.

Um ambiente que contenha paredes com muita reflexão sonora, terá uma péssima inteligibilidade da linguagem; é o que acontece, geralmente, com grandes igrejas, salões de clubes, etc.

Absorção

Absorção é a propriedade de alguns materiais em não permitir que o som seja reflectido por uma superfície. O som absorvido por uma superfície é a quantidade de som dissipado (transformado em calor) a somar à quantidade de som transmitido.

A dissipação da energia sonora por materiais absorventes depende fundamentalmente da frequência do som: normalmente, é grande para altas frequências, caindo para valores muito pequenos no caso de baixas frequências.

Material	Espes- sura [cm]	Frequência [Hz]					
		125	250	500	1k	2k	4k
Lã de rocha	10	0,42	0,66	0,73	0,74	0,76	0,79
Lã de vidro solta	10	0,29	0,55	0,64	0,75	0,80	0,85
Felto	1,2	0,02	0,55	0,64	0,75	0,80	0,85
Piso de tábuas de madeira sobre vigas		0,15	0,11	0,10	0,07	0,06	0,07
Placas de cimento sobre concreto	0,5	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Carpete tipo forração	0,5	0,10		0,25		0,4	
Tapete de lã	1,5	0,20	0,25	0,35	0,40	0,50	0,75
Concreto aparente		0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
Parede de alvenaria, não pintada		0,02	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07
Vidro		0,18	0,06	0,04	0,03	0,03	0,02
Cortina de algodão com muitas dobras		0,07	0,31	0,49	0,81	0,61	0,54

Fonte: Acústica e Ruídos – Univ. Estadual Paulista

Transmissão

Transmissão é a propriedade sonora que permite que o som passe de um lado para o outro de uma superfície continuando a sua propagação. Fisicamente, o fenômeno tem as seguintes características: a onda sonora ao atingir uma superfície faz com que ela vibre, transformando-a numa fonte sonora; assim, a superfície vibrante passa a gerar som na sua outra face e, portanto, quanto mais rígida e densa (pesada) for a superfície menor será a energia transmitida.

Material	Espessura (cm)	Atenuação (dB)
Vidro	0,4 a 0,5	28
Vidro	0,7 a 0,8	31
Chapa de Ferro	0,2	30
Concreto	5	31
Concreto	10	44
Gesso	5	42
Gesso	10	45
Tijolo	6	45
Tijolo	12	49
Tijolo	25	54
Tijolo	38	57

Fonte: Acústica e Ruídos – Univ. Estadual Paulista

Como se mede

Pressão Sonora

A diferença entre a pressão atmosférica ambiente e a pressão atmosférica em repouso é a Pressão Sonora, que se mede em Pascal (Pa).

A audição humana consegue detectar valores de pressão acústica desde 0,00002 até 20 Pascal. Devido a esse grande espectro de variação da pressão, é conveniente converter esses valores para uma escala logarítmica.

A escala utilizada tem ainda em consideração um valor de referência $P_0 = 2 \times 10^{-5}$ Pa, que é o limiar da audição. Desta forma, a pressão sonora mínima audível será zero.

Define-se deste modo uma escala com a unidade Bel. O nome desta unidade foi escolhido em honra de Alexander Graham Bell, dado como o inventor do telefone. Como essa escala na gama audível teria valores entre 0 e 1.20, optou-se por multiplicar esses valores por 10, obtendo-se a unidade Decibel (dB).

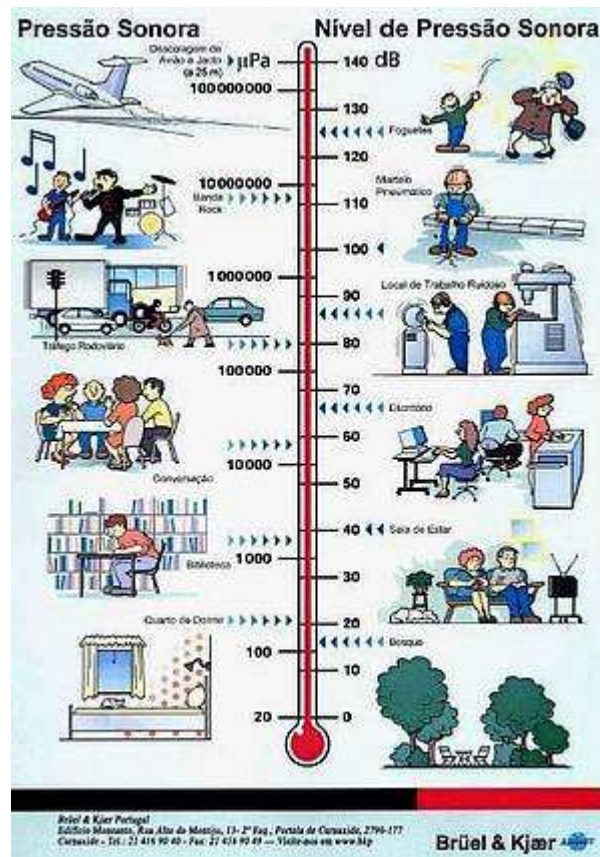
Assim, define-se nível de pressão (SPL, L_p) como sendo:

$$SPL \text{ dB} = 20 \log (P_{ef}/P_0)$$

P_{ef} = valor eficaz da pressão sonora

$$P_0 = 2 \times 10^{-5} \text{ N/m}^2$$

Exemplos de valores de pressão e níveis de pressão sonora para diversas situações

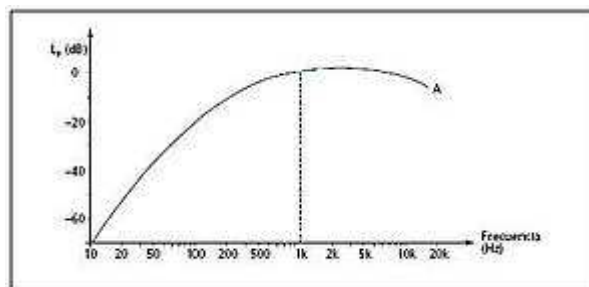


Nível Sonoro

A audição humana não reage da mesma forma a todas as frequências; um nível de pressão sonora de 90 dB de uma frequência de 100 Hz não causa a mesma sensação auditiva se a frequência for 2000 Hz.

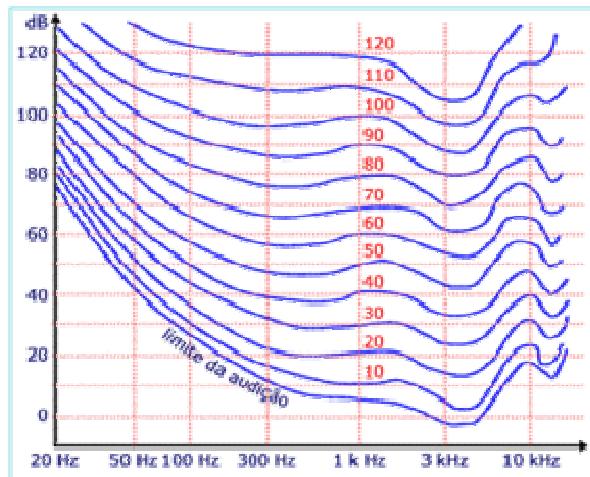
A escala de decibéis é então corrigida de forma a representar a sensação auditiva e não apenas a realidade física. Essa correção é feita através da malha de ponderação na frequência A, passando agora a unidade a ser designada como dB(A).

Correcções devidas – malha A



O carácter subjectivo em causa é ilustrado pelo diagrama da figura seguinte, onde se pode constatar a evolução da sensação auditiva em função do nível de pressão sonora do estímulo em causa.

Curvas de igual sensação auditiva



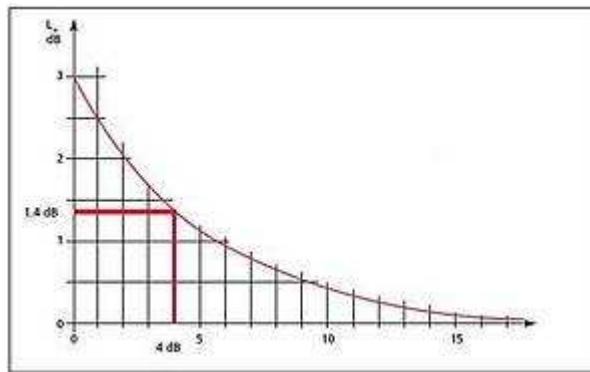
Adição de Níveis Sonoros

Os níveis sonoros, sendo logarítmicos, não podem ser somados de forma corrente, ou seja de uma forma linear, mas sim logaritmicamente. Existem duas formas de o fazer:

Método do Ábaco

Exemplo: L1 = 55 dB e L2 = 51 dB ou seja a diferença entre L1 e L2 igual a 4 dB

Do ábaco, temos que: para uma diferença de 4 dB, soma-se 1.4 dB à fonte com o valor maior, ou seja, 55 dB + 1.4 dB = 56.4 dB



Ábaco para adição de Decibéis

Método Analítico

$$10 \text{ Log } (10^{L1/10} + 10^{L2/10})$$

Exemplo:

L1 = 50 dB e L2 = 50 dB

50 dB + 55 dB

$$10 \text{ Log } (10^{50/10} + 10^{55/10}) = 10 \text{ Log } (105 + 105.5) = 10 \text{ Log } (100000 + 316227.8) = 10 \text{ Log } (416227.8) = 10 \times 5.62 = 56.2 \text{ dB}$$

Através dos dois métodos, pode verificar-se que, quando se somam duas fontes sonoras iguais, há um aumento de 3 dB. Exemplo 60 dB + 60 dB = 63 dB.

Já quando existe uma diferença de 10 dB ou mais entre duas fontes sonoras, o ruído daí resultante é igual ao valor do ruído mais elevado e, desta forma, 70 dB + 60 dB = 70 dB, ou seja, o ruído de maior intensidade “mascara” o de menor intensidade.