

Intensidade Sonora

É o fluxo de energia por unidade de área. Refere-se ao produto da pressão pela velocidade das partículas em um meio fluido, o que é equivalente à potência recebida por unidade de área.

$$I = \frac{\text{Força}}{\text{Área}} \times \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}} = \frac{\text{Energia}}{\text{Área} \times \text{Tempo}} = \frac{\text{Potência}}{\text{Área}}$$

Em termos acústicos a intensidade é o valor médio do fluxo de energia por unidade de área perpendicular à direção de propagação, medida em *watt por metro quadrado* (W/m²).

O *Nível de Intensidade Sonora* é expresso em decibels tomando-se como referência $I_0 = 10^{-12}$ W/m².

$$NIS = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

Para uma frequência de 1000 Hz os níveis mínimo e máximo de intensidade sonora que percebemos são definidos por:

Limiar de Audibilidade	$I = 10^{-12}$ W/m ²	$10 \log \frac{10^{-12}}{10^{-12}} = 0dB$
Limite de Dor	$I = 1$ W/m ²	$10 \log \frac{1}{10^{-12}} = 120dB$

Pressão Sonora

É a variação média (*RMS – root mean square*) de pressão em relação à pressão atmosférica; medida em pascal (Pa) ou newtons por metro quadrado (N/m²).

$$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$$

O *Nível de Pressão Sonora* (*NPS*, ou em inglês, *SPL - Sound Pressure Level*) em um determinado ponto é expresso em decibels e tem como valor de referência $P_0 = 20$ mPa (2×10^{-5} N/m²).

A intensidade é proporcional ao quadrado da média de variação de pressão. Daí,

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{P_1^2}{P_2^2}$$

Portanto,

$$NIS = 10 \log \frac{I}{I_0} = 10 \log \frac{P^2}{P_0^2} = 10 \log \left(\frac{P}{P_0} \right)^2 = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Assim, o NPS - Nível de Pressão Sonora é dado por:

$$NPS = 20 \log \frac{P}{P_0}$$

Potência Sonora

É a *energia acústica* total emitida por uma fonte por unidade de tempo, medida em watt (1 W = 1 J/s).

O *Nível de Potência Sonora* (NWS, ou no inglês, *SPL-Sound Power Level*) é expresso em decibels tomando-se como referência $W_0 = 10^{-12}$ W (1 picowatt).

$$NWS = 10 \log \frac{W}{W_0}$$

Ao contrário do que acontece com a intensidade e a pressão sonora, a potência não depende do ambiente nem da distância da fonte. Seu valor não varia já que a potência sonora refere-se à energia total emitida pela fonte.

Decibel e Escala Logarítmica

Em função da extensão das variações entre as intensidades mínima e máxima que podemos ouvir é conveniente que se utilize uma escala logarítmica, a escala de Decibel (dB).

Decibel é a razão logarítmica entre duas potências ou intensidades e é dado pela expressão:

$$P_{dB} = 10 \times \log_{10} (P_x/P_y) \text{ ou } I_{dB} = 10 \times \log_{10} (I_x/I_y)$$

A relação entre operações exponenciais e logarítmicas é dada da seguinte maneira:

$N=B^e$	$\log_B N=e$
---------	--------------

Principais operações:

$x^y * x^z = x^{y+z}$	$\log a*b = \log a + \log b$
$x^y/x^z = x^{y-z}$	$\log a/b = \log a - \log b$
$(x^y)^z = x^{y*z}$	$\log a^b = b \log a$

Tabela de Logarítimos na base 10 (\log_{10})

$\log 1 = 0$	$\log 10 = 1$
$\log 2 = 0.301$	$\log 100 = 2$
$\log 3 = 0.477$	$\log 1000 = 3$
$\log 4 = 0.602$	$\log 10000 = 4$
$\log 5 = 0.698$	$\log 100000 = 5$
$\log 6 = 0.778$	$\log 0.1 = -1$
$\log 7 = 0.845$	$\log 0.01 = -2$
$\log 8 = 0.903$	$\log 0.001 = -3$
$\log 9 = 0.954$	$\log 0.0001 = -4$

	Watts Acústicos	dB	
Avião a jato a 30m	10	130	Limiar de dor
Turbina de avião a 7m	1.0	120	
Trovão	.1	110	Show de rock
Motor de Caminhão	.01	100	Música clássica (pp-fff - no palco)
Picos muito fortes de música	.001	90	
Tráfego (carros) Pesado a 10m	.0001	80	Conversa normal
Média de uma fábrica	.00001	70	
Escritório ruidoso	.000001	60	Sala silenciosa
Média de um escritório	.0000001	50	
Média de uma residência	.00000001	40	Estúdio de gravação silencioso
Brisa entre as árvores	.000000001	30	
	.0000000001	20	
	.00000000001	10	
	.000000000001	0	Limiar de audição

Referências

<http://www.eca.usp.br/prof/iazzetta/tutor/acustica/intensidade/intensidade.htm>