

Ruído

Isabel Lopes Nunes
FCT/UNL

SOM

- toda a vibração mecânica que se propaga num meio elástico (ar, metais, líquidos...), desde que as frequências que a compõem se encontrem dentro de uma determinada faixa audível (que produzem uma sensação auditiva), não se propaga no vácuo

Ruído - qualquer som indesejado ou desagradável

Unidade de medição - Decibel (dB)

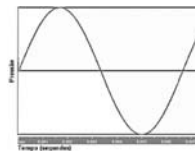
Ruído

- **Som** - produz vibrações (ondas) que entram no ouvido interno
- **Frequência** - número de vibrações por segundo; medida em hertz (Hz)
- **Intensidade** - altura do som; medida em decibel (dB)

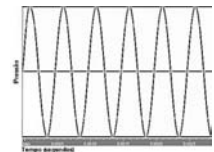


Frequência

- determina a altura do som: quanto mais oscilações houver, mais agudo é o som.



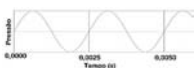
onda sonora correspondente a um som grave (150Hz)



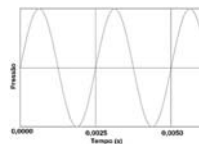
onda sonora correspondente a um som agudo (2 000Hz)

Amplitude da vibração

- determina a intensidade do som
>> amplitude => mais forte o som



onda sonora correspondente a um som fraco de 400 Hz



onda sonora correspondente a um som forte de 400 Hz

Ruído



Audição

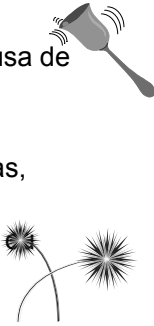
- + fala - "comunicar"
- "Sistema de alarme"
- Sentido + frequentemente danificado

Ruído

- poluição + frequente no meio industrial
- sem controlo - problema ambiental + grave

Ruído

- incomodidade
- obstáculo às comunicações (causa de acidentes)
- fadiga geral
- alterações de saúde (psicológicas, irritabilidade)
- trauma auditivo - surdez (parcial total)



Ruído

Definição CEE, 1977

- "...Considera-se ruído o conjunto de sons susceptíveis de adquirir para o homem um carácter afectivo desagradável e/ou intolerável, devido sobretudo aos incómodos, à fadiga, à perturbação e não à dor que pode produzir."

Ruído

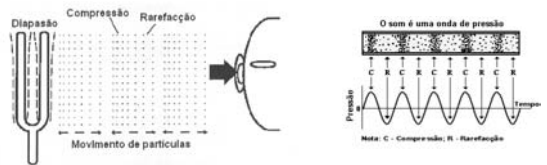
(caracterização)

- Psicologicamente
 - resultar incomodo ou indesejável
- Comunicacionalmente
 - ter baixo ou nulo conteúdo informativo
- Fisiologicamente
 - pelas perturbações orgânicas que pode causar
- Fisicamente
 - Intensidade
 - Frequência (no caso de um som puro)
 - Composição espectral (no caso de um som composto).

SOM

(sob o ponto de vista físico)

- Som – vibração acústica, ou seja, um movimento das partículas de um meio elástico (por exemplo, o ar), perceptível pelo aparelho auditivo

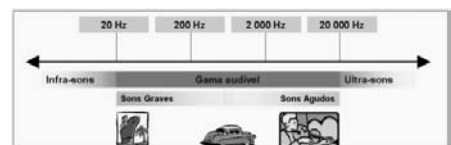


Propagação do Som

- meios sólidos, líquidos ou gasosos
- velocidade de propagação varia de meio para meio e até com a temperatura
- velocidade de propagação:
 - ar - 340m/s (à temperatura ambiente)
 - água - 1 500m/s
 - aço - 5 000m/s

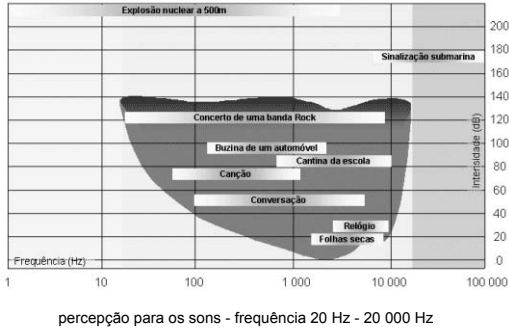
SOM

- Quando as variações de pressão chegam aos nossos ouvidos, os tímpanos são induzidos a vibrar e temos a sensação fisiológica do som.

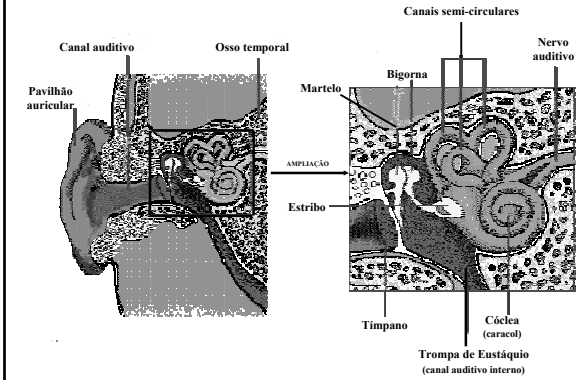


• Um ouvido normal – ouve / responde frequências entre 20 – 20.000 Hz)

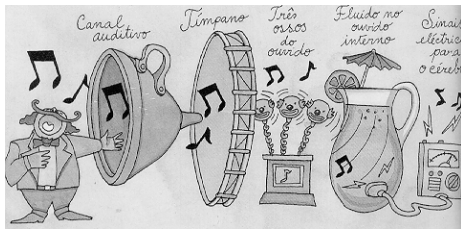
Curva de sensibilidade do ouvido humano



Aparelho Auditivo



Aparelho Auditivo



Parâmetros de Medição do Ruído

Efeito	Pressão Sonora (Pa)	Nível Sonoro (dB)	Origem
Limiar da dor	100	140	Avião a jato
Máquina Lavadora	10	120	Máquina Rebitadora
Letivo	1	110	Avião a Hélice
	1	100	Moto-serra
Risco	10 ¹	90	Oficina metal-mecânica
	10 ¹	80	Camião pesado
Interfere na conversação	10 ¹	70	Rua com muito tráfego
	10 ¹	60	Carro de passageiros
Incomodativo	10 ¹	50	Conversa normal
	10 ¹	40	Conversa em tom baixo
10 ¹	30	Música suave	
	20	Murmúrio	
10 ¹	10	Apartamento urbano silencioso	
	5	Folhas de árvore a cair	
Limiar da audição	20	0	

decibel - unidade utilizada para medir fisicamente os níveis sonoros

Nível de pressão sonora

$$L_p = 10 \log (p/p_0)^2 = 20 \log (p/p_0)$$

20 μ Pa

mais pequena pressão audível por um ouvido normal

pressão sonora (Pa)
pressão sonora de referência = 20 μ Pa

Níveis de Ruído

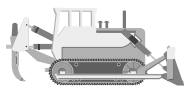
Sala sossegada: 30 dBA



Barulho normal cidade: 65 dBA



Bulldozer: 85dBA



Conversação Normal: 50 dBA



Artilharia/ Banda Rock: 120 dBA



Níveis sonoros recomendados (critério ISO)

Tempo de exposição	Nível sonoro recomendado dB(A)
8 h	85
4 h	88
2 h	91
1 h	94
30 min	97
15 min	100
7,5 min	103
...	...
28 seg	115 (valor máximo)

Medição do Ruído Porquê?

- detectar níveis que constituem risco para Saúde / Ambiente
- conhecer emissões dos equipamentos
- diagnóstico – recomendações para redução

Medição do Ruído Aparelhos

- Sonómetro
 - Integrador - $L_{Aeq, T}$
 - Não integrador - L_{pA} (p/ ruído uniforme)
- Sonómetro acoplado com analisador de frequências
- Dosímetro

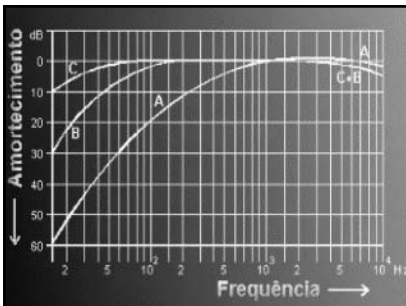
Sonómetro



Dosímetro



Sonómetro especial
Uso pessoal
Mede nível sonoro ponderado



Malhas de
ponderação
A, B, C

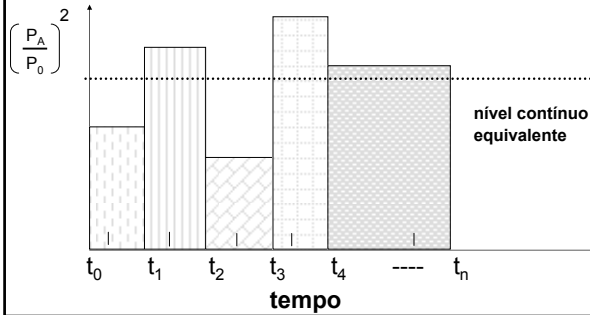
Nível sonoro contínuo equivalente ($L_{Aeq, T}$)

- um nível sonoro constante, que se estivesse presente todo o tempo de exposição, produziria os mesmos efeitos, em termos de energia, que o nível variável

Atenuação da pressão sonora

A	B	C
Baixos níveis (similar ouvido humano)	Níveis intermédios	Níveis elevados

Nível sonoro equivalente



Nível sonoro contínuo equivalente

$$(L_{Aeq,T})$$

$$L_{Aeq,T} = 10 \log \left(\frac{1}{T} \sum_{k=1}^n \left(\frac{L_{pAk}}{10} \right) t_k \right) \text{ dB (A)}$$

T período total
 k - tempo (porção do total) com nível k de ruído

Análise do ruído em postos de trabalho (Decreto Regulamentar 9/92)

Parâmetros análise

$L_{EP,d}$	Nível de Exposição Pessoal diária, reportado a 8 h de trabalho
Max L_{pico}	Valor máximo do pico de pressão sonora

Nível de acção - (trabalhador exposto)

$$L_{EP,d} - 85 \text{ dB(A)}$$

Decreto Regulamentar 9/92

$L_{EP,d}$ 85 dB(A) – 90dB(A)	<ul style="list-style-type: none"> • Avaliações periódicas • Vigilância médica e audiométrica (trianual) • Protecção individual disponível • Documentação das medições
$L_{EP,d} > 90\text{dB(A)}$ ou Max $L_{pico} > 140 \text{ dB(A)}$ (pressão sonora instantânea de 200 Pascal)	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar causas • Aplicar medidas técnicas reduzir ruído/org trabalho • até solucionar o problema deve: <ul style="list-style-type: none"> – Avaliações periódicas – Vigilância médica e audiométrica (anual) – Acesso limitado às zonas de risco – Protecção individual obrigatória

Nova Directiva Europeia

Directiva 2003/10/CE, 6 Fev.

- relativa às prescrições mínimas de segurança e de saúde respeitante à exposição dos trabalhadores aos riscos devidos aos agentes físicos (Ruído)
- introduzidas na regulamentação dos Estados – Membros durante os 3 anos seguintes à sua promulgação - 15 de Fevereiro de 2006

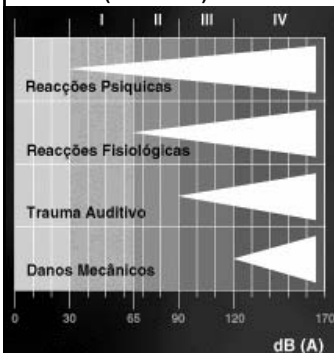
Valores fixados pela nova Directiva

- Valores-limite de exposição:
 - $L_{EX,8h} = 87 \text{ dB(A)}$ e $P_{peak} = 200 \text{ Pa}$
- Valores de exposição superiores que desencadeiam a acção:
 - $L_{EX,8h} = 85 \text{ dB(A)}$ e $P_{peak} = 140 \text{ Pa}$
- Valores de exposição inferiores que desencadeiam a acção:
 - $L_{EX,8h} = 80 \text{ dB(A)}$ e $P_{peak} = 112 \text{ Pa}$

Efeitos da exposição ao ruído

- Acção sobre o aparelho auditivo
 - Surdez total
 - Surdez parcial
- Acção sobre o organismo em geral
 - Fisiológicos
 - sistema auditivo
 - distúrbios gastrointestinais
 - sistema nervoso central (fala, memória, ...)
 - Psicológicos:
 - Irritabilidade
 - Angústia
 - fadiga geral
- Outros efeitos

EFEITOS DO RUÍDO SOBRE O HOMEM (Lehmann)



ZONA I – fundamentalmente efeitos psíquicos, alguns efeitos fisiológicos

ZONA II – efeitos psíquicos e fisiológicos, sobretudo no sistema neuro-vegetativo

ZONA III – danos irreversíveis no sistema auditivo

ZONA IV – lesões irreversíveis no sistema auditivo e destruição de células nervosas

Efeitos fisiológicos sobre o organismo



- Diluição das pupilas
- Aumento da produção hormonal da tiróide
- Aumento da Frequência cardíaca
- Aumento da produção de adrenalina e de corticotrofina
- Movimento do estômago e do abdómen
- Reacção muscular
- Constricção dos vasos sanguíneos

Controlo do Ruído

Fonte → Meio de Propagação → Receptor



Controlo do Ruído

- Medidas correctivas ou de engenharia
 - Actuação sobre a fonte produtora
 - Actuação sobre as vias de propagação
- Medidas organizacionais
 - Controlo administrativo
- Medidas de protecção individual
 - Actuação sobre o receptor

Medidas de engenharia

- Actuação sobre a fonte produtora do ruído - Eliminar o problema na fonte
 - substituição máq. / tecnologia
 - amortecedores de vibrações
 - silenciadores

Medidas de engenharia

- Actuar sobre meios de propagação
 - isolamento antivibrátil
 - encapsulamento
 - cabinas (p/ pessoas)
 - absorção sonora – redução da reverberação – materiais flexíveis e porosos

Medidas Organizacionais / Administrativas

1. Planificação da produção de modo a eliminar pt sujeitos a elevados níveis de ruído
2. Rotação periódica do pessoal exposto (diminuição tempo de exposição)



Medidas Organizacionais / Administrativas

3. Aquisição de novos equipamentos com menor nível de ruído
4. Panear tarefas mais ruidosas quando há menor nº trabalhadores



Medidas de protecção individual

• Protectores Auditivos

- Causa de incomodidade
- Deve ser a última medida a ser posta em prática
- Só quando qualquer das soluções anteriores ou o controlo não é eficaz

