

Bioacústica

Maria Luisa da Silva – UFPa

silva.malu@uol.com.br

Jacques Vielliard – UNICAMP

jacques@unicamp.br



As bases físicas da comunicação sonora e da análise dos sinais sonoros

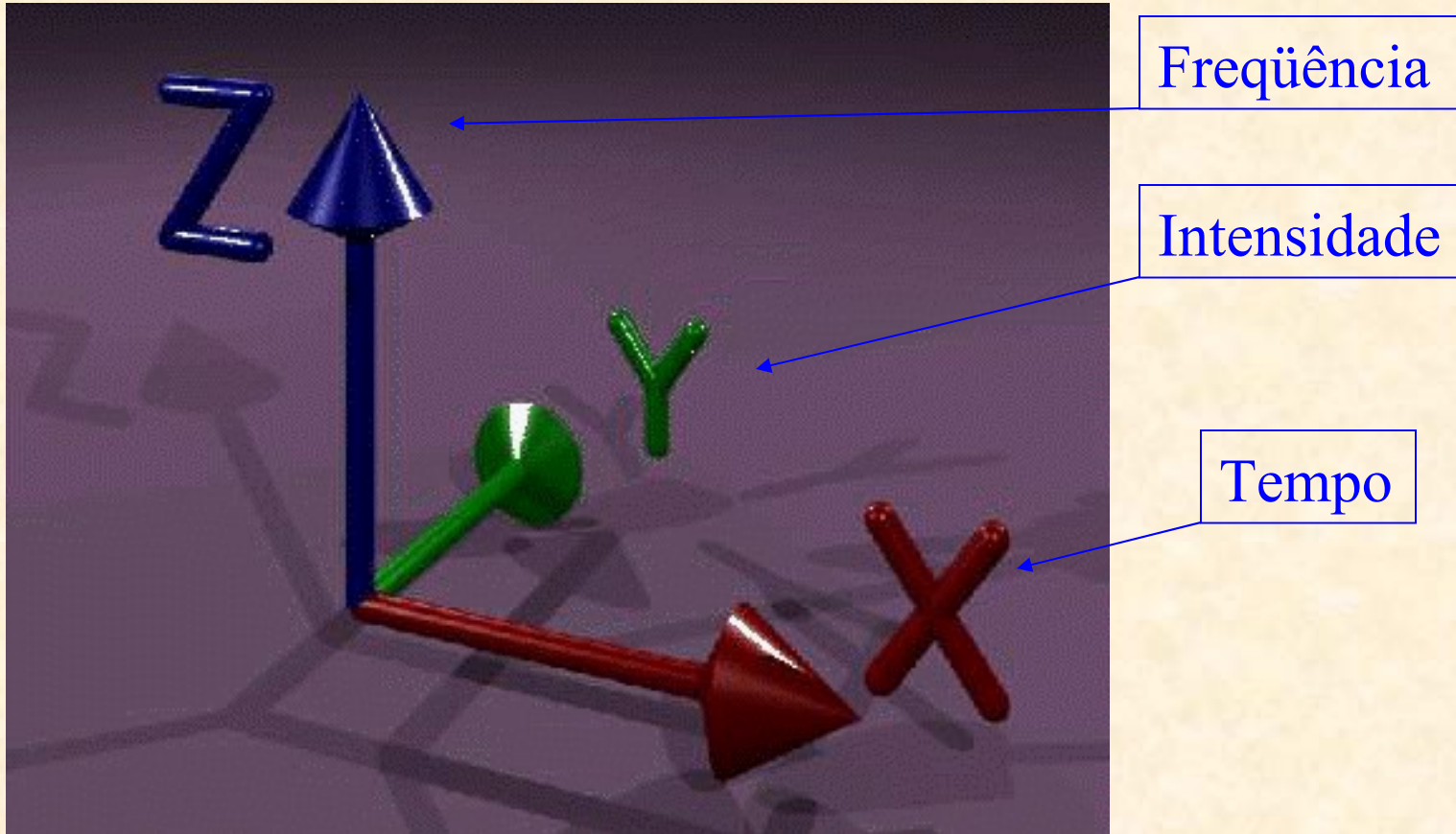
- O fenômeno acústico
- Os parâmetros físicos do som
- Captação e reprodução do som
- A representação gráfica dos parâmetros sonoros

O que é som?

Os parâmetros físicos do som

- O som é definido por apenas três parâmetros:
 - **Frequência** - representa o número de ciclos em um s. É o inverso do período e é dada em Hz.
 - $F_{\text{Hz}} = 1/P_s$.
 - **Tempo** - a unidade de tempo segue uma escala linear e positiva.
 - **Amplitude ou Intensidade** - é o valor da pressão dada pelas moléculas.

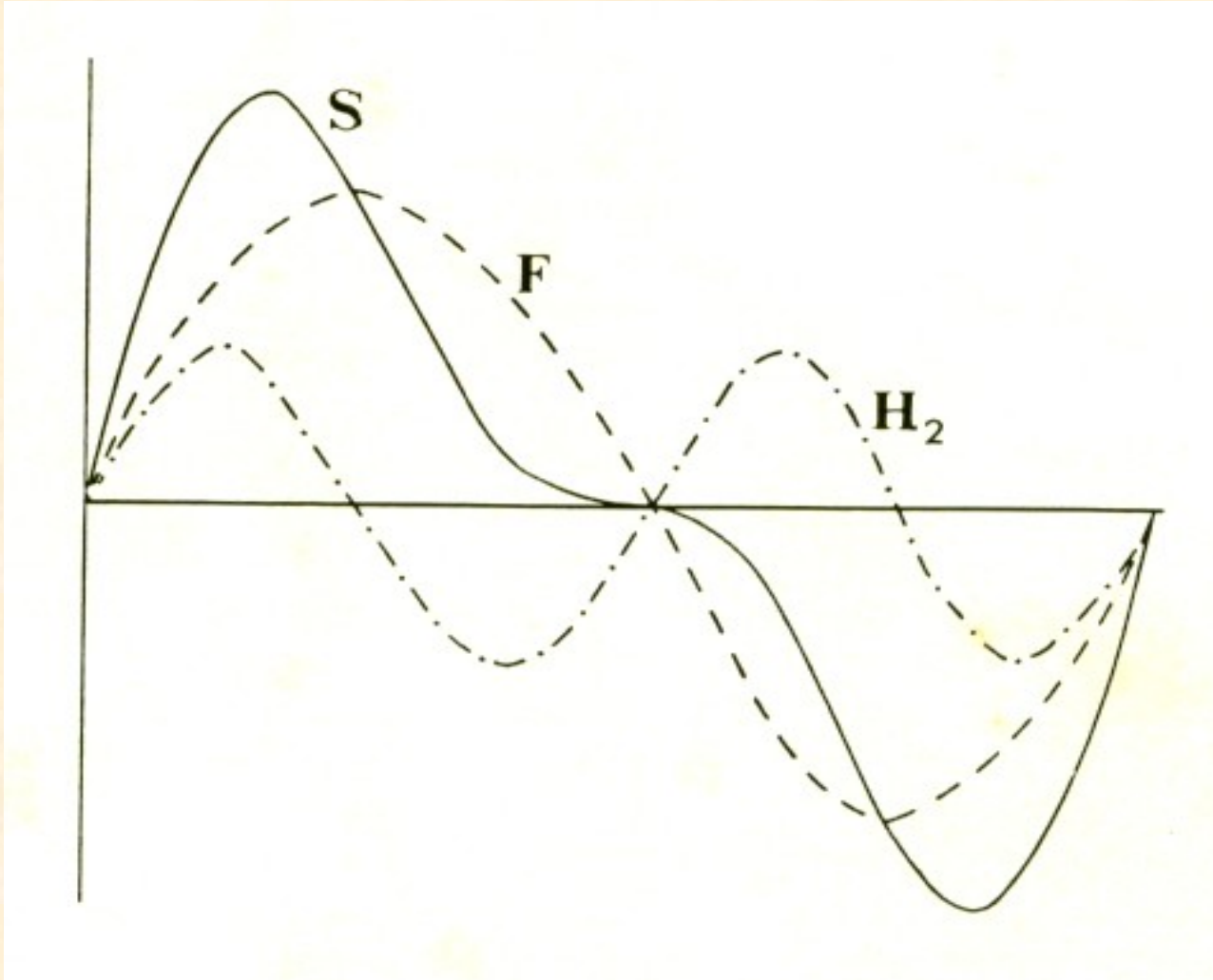
Os três parâmetros que definem o som



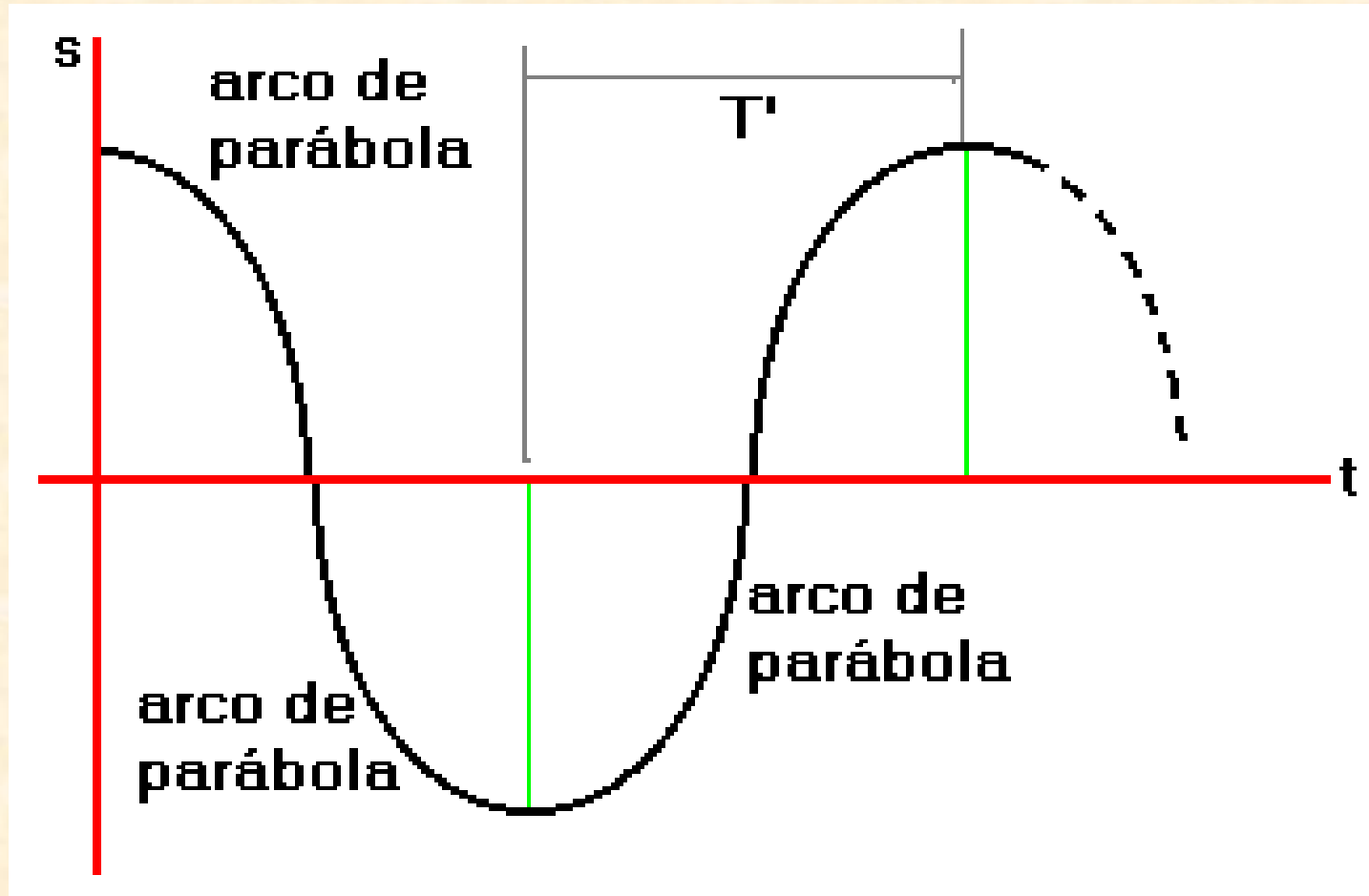
O som é um fenômeno periódico

- São fenômenos que se reproduzem identicamente em intervalos de tempo sucessivos e iguais;
- O tempo (t) desses intervalos é chamado período;
- O número de vezes que o fenômeno se repete por unidade de tempo é chamado frequência (F).
- A sucessão das fases de um período constitui um ciclo.

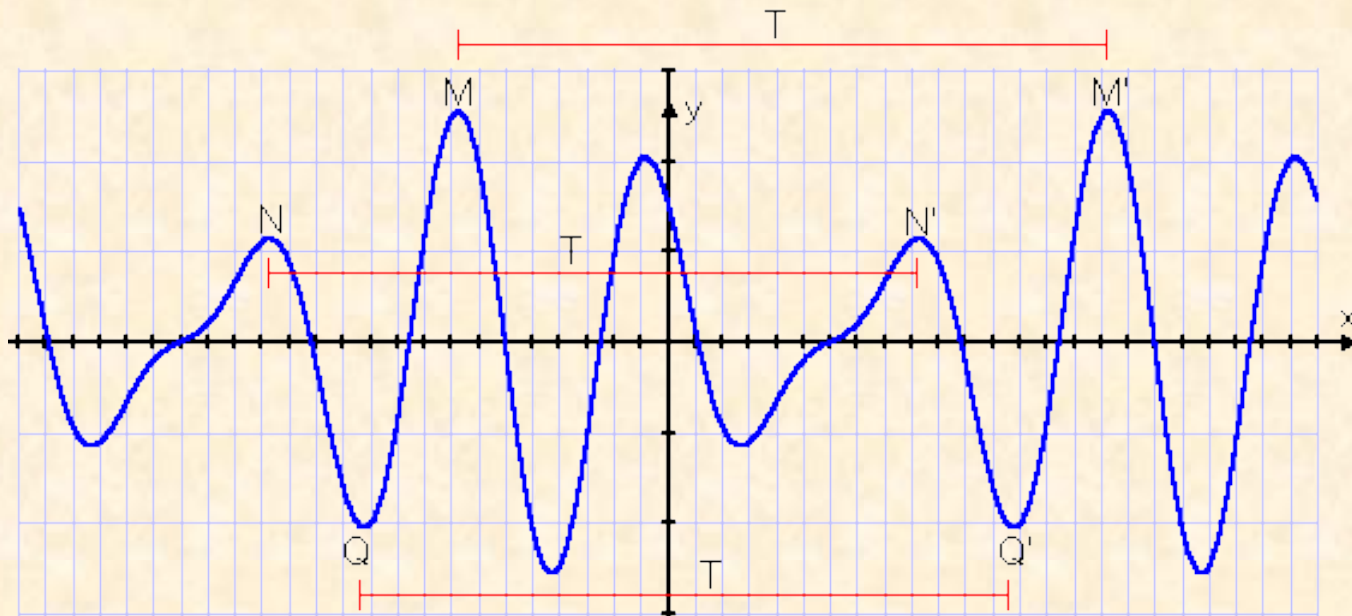
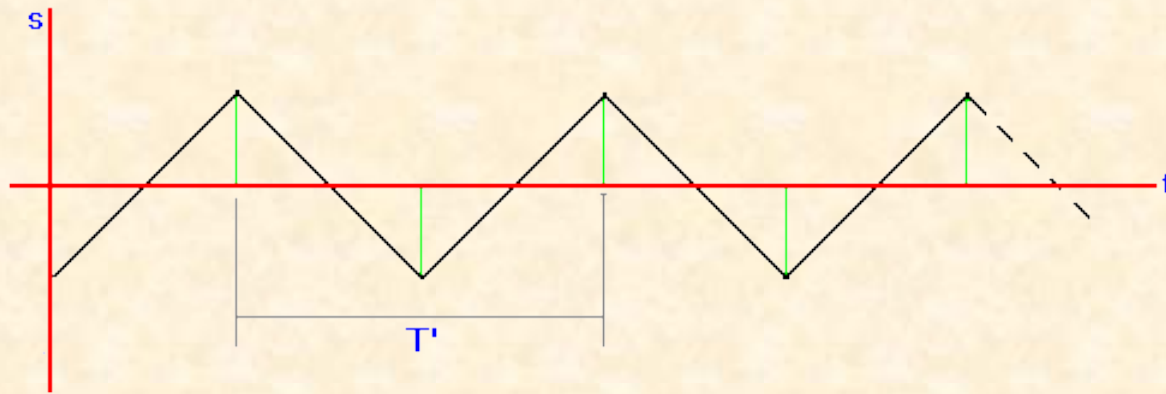
O som é um fenômeno periódico



O som é um fenômeno periódico

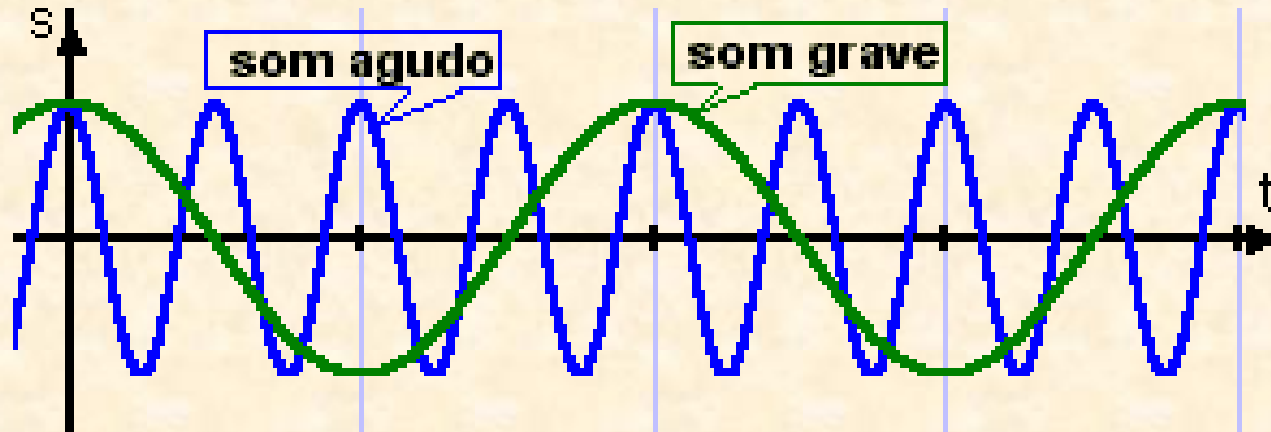


Período

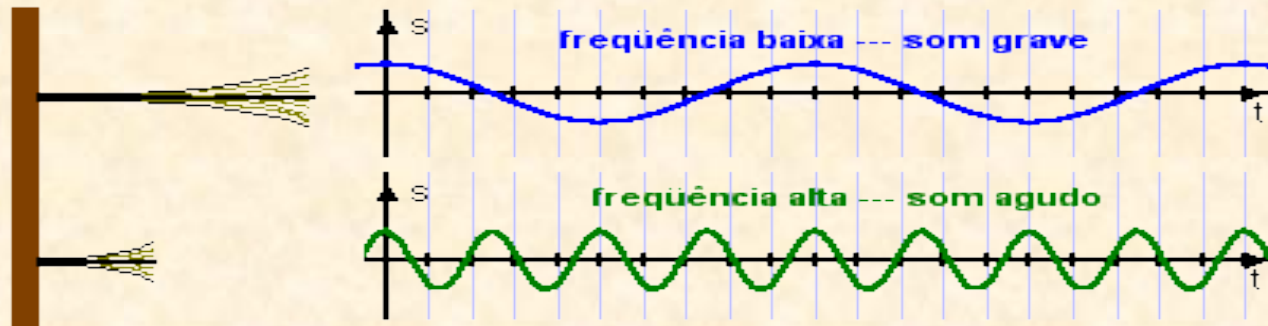


Exemplos de pontos de mesmo estado oscilatório: M e M' , N e N' , Q e Q' .

Som agudo e grave



Frequências das vibrações de uma partícula do campo ondulatório (meio).

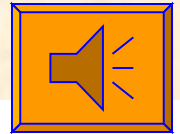
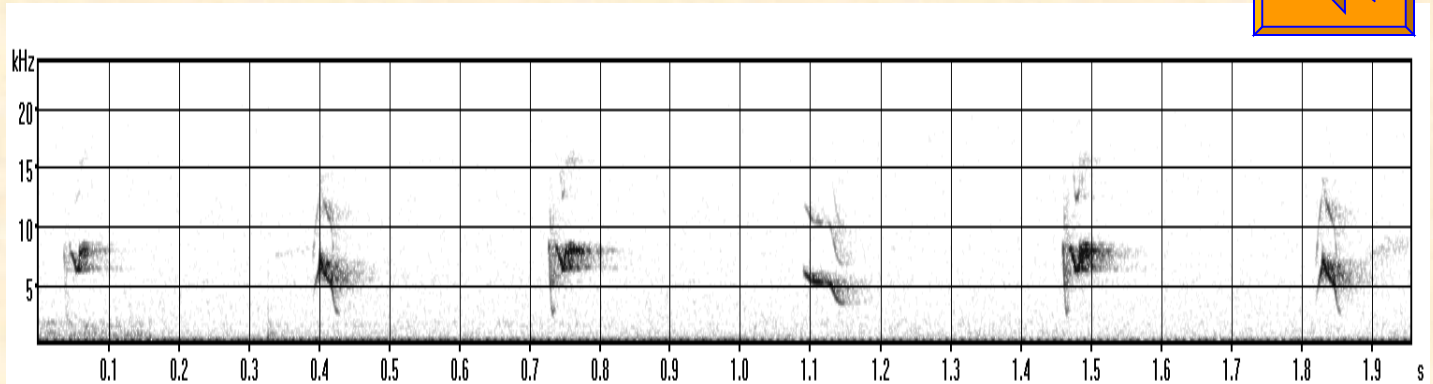


Escala das ondas mecânicas - Frequência

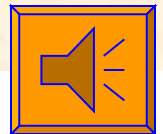
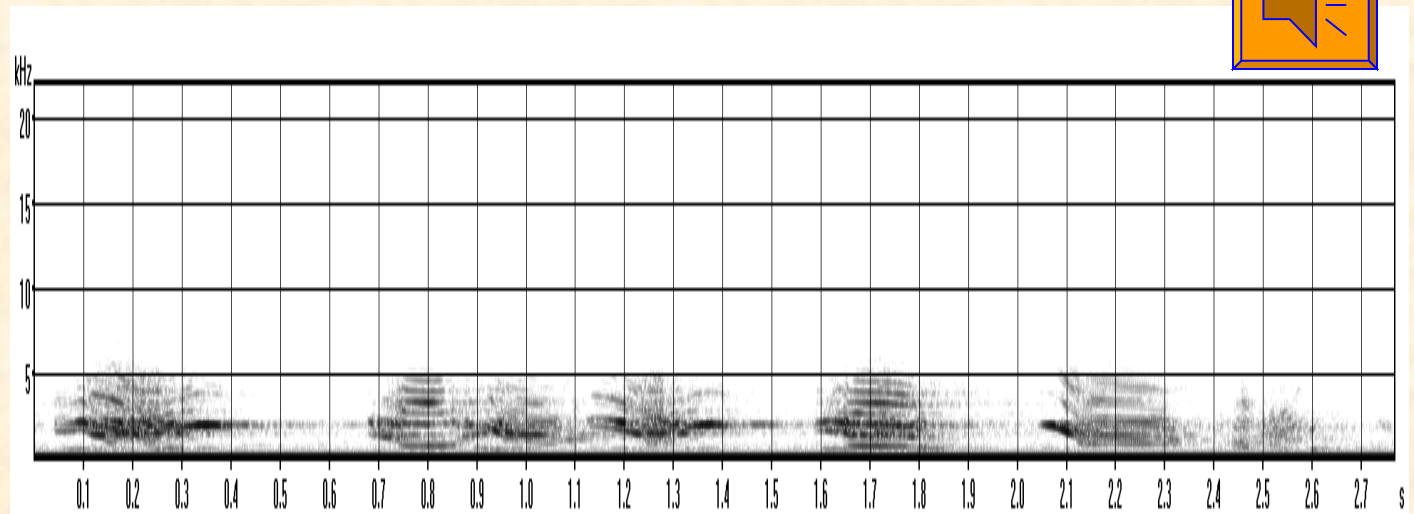
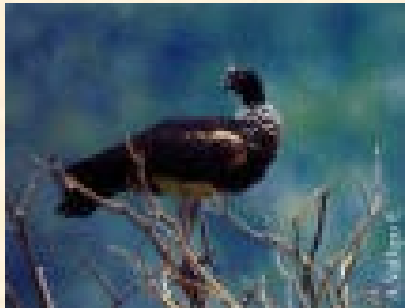
Frequência	Denominação	Métodos de excitação	Aplicação
0,5 - 20	Infra-sons	Vibração da água em grandes reservatórios, batidas do coração, Baleia-azul, Elefante	Prognóstico do tempo, diagnóstico de doenças do coração.
20 - $2 \cdot 10^4$	Sons audíveis	Voz humana e da maioria dos animais, instrumentos musicais, apitos, alto-falantes	Para comunicação e sinalização, assim como para a medição de distâncias.
$2 \cdot 10^4$ - 10^{10}	Ultra-sons	Emissores magnéticos e piezoelétricos, apitos de Galton, também são excitados por alguns animais e insetos (morcegos, grilos, gafanhotos etc.)	Deteção submarina por eco, limpeza e deteção de defeitos em peças e estruturas de construções, aceleração de reações químicas, investigação em medicina, biologia e física molecular.

Som agudo e grave

Som Agudo



Som Grave



Amplitude

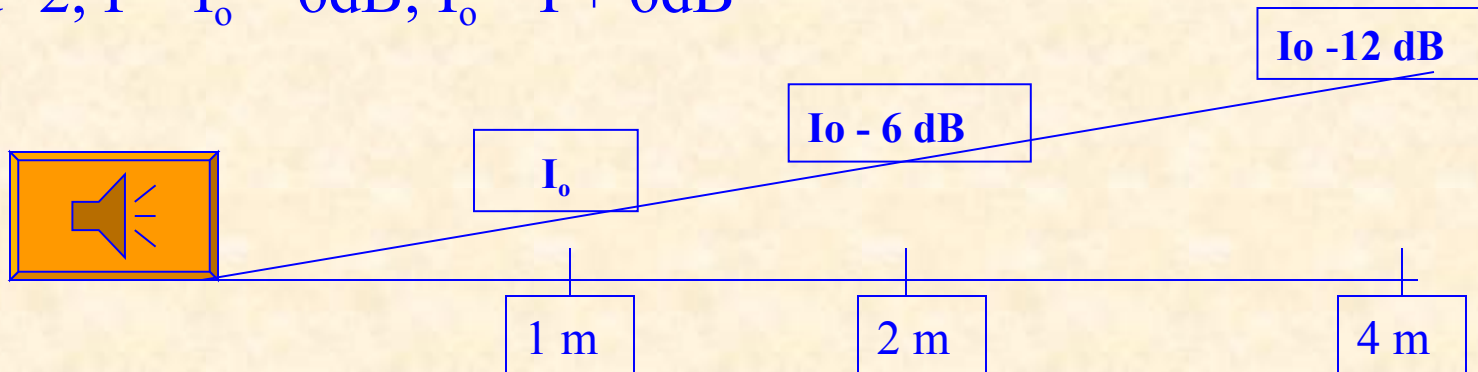
- O valor da pressão do som é uma unidade dada composta por peso e deslocamento (ou trabalho em Watt) em função da superfície: W/m^2
- Valor mínimo audível é de $2 \cdot 10^{-16} W/m^2$
- $2 \cdot 10^{-16} W/m^2$ é o 0 referencial. Transformado em $\log_{10} = 1$ Bell ou 10dB
- O limiar da dor é $2 \cdot 10^{-3} W/m^2$
- É uma unidade logarítmica; cada vez que a unidade de pressão é multiplicada por 10 acrescenta-se 1 Bell, o que equivale, se for multiplicado por 2, ao acréscimo de 3dB.

Amplitude

A intensidade $I = I_0/d^2$

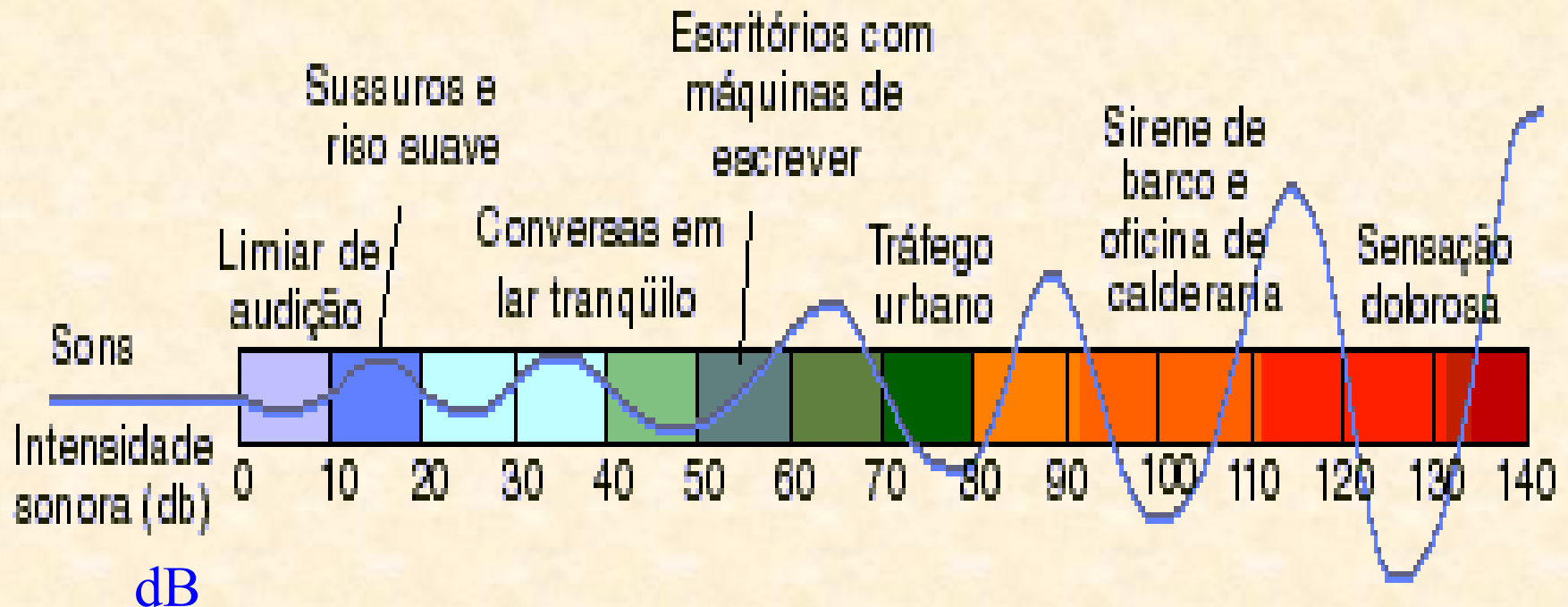
Onde d = distância, I_0 = intensidade de referência a 1 m da fonte

- $I = I_0/d^2$
- $I_0 = I \cdot d^2$
- Se $d=2$, $I = I_0 - 6\text{dB}$; $I_0 = I + 6\text{dB}$



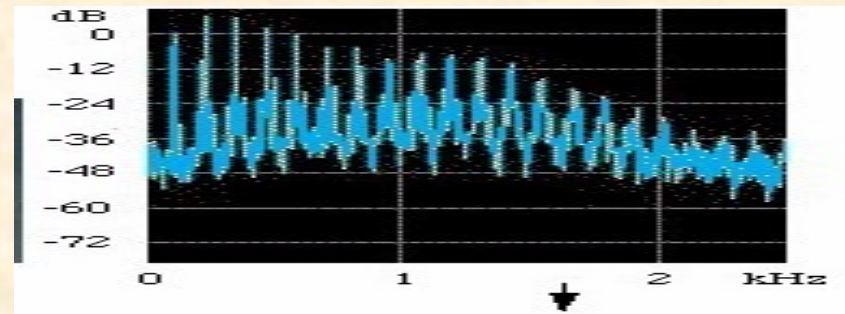
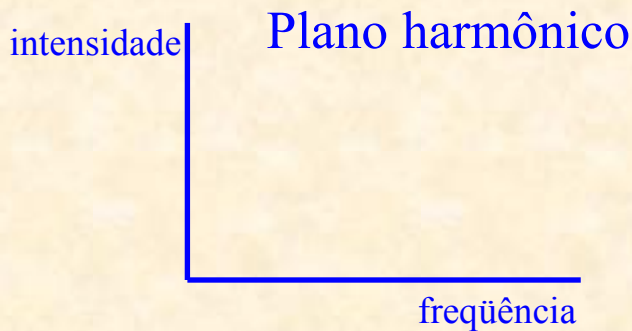
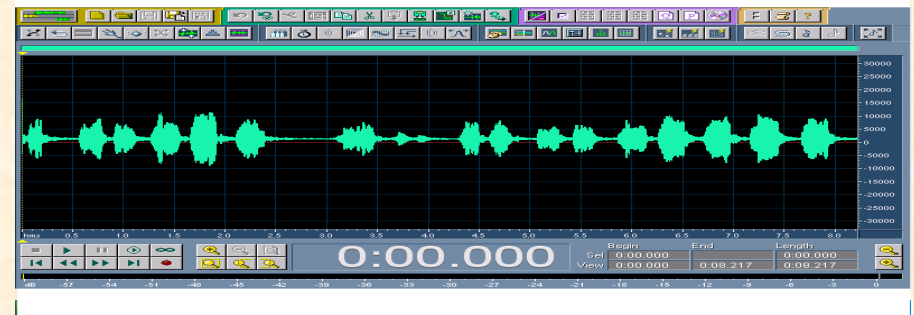
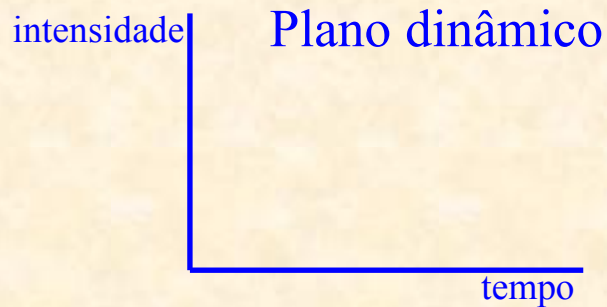
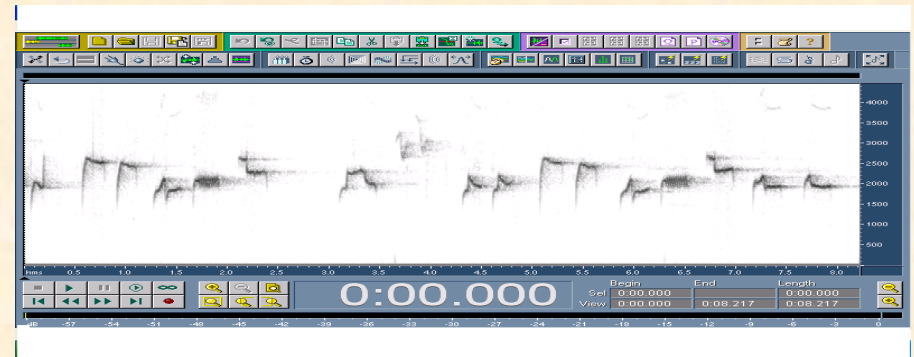
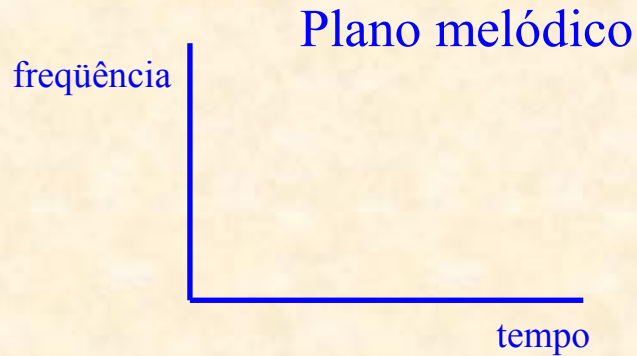
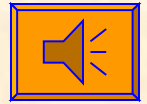
Amplitude

- A **intensidade fisiológica do som** esta ligada à **amplitude** das vibrações (e, portanto à energia transportada pela onda sonora); é a qualidade pela qual um **som forte** (grande amplitude - muita energia) se distingue de um **som fraco** (pequena amplitude - pouca energia).

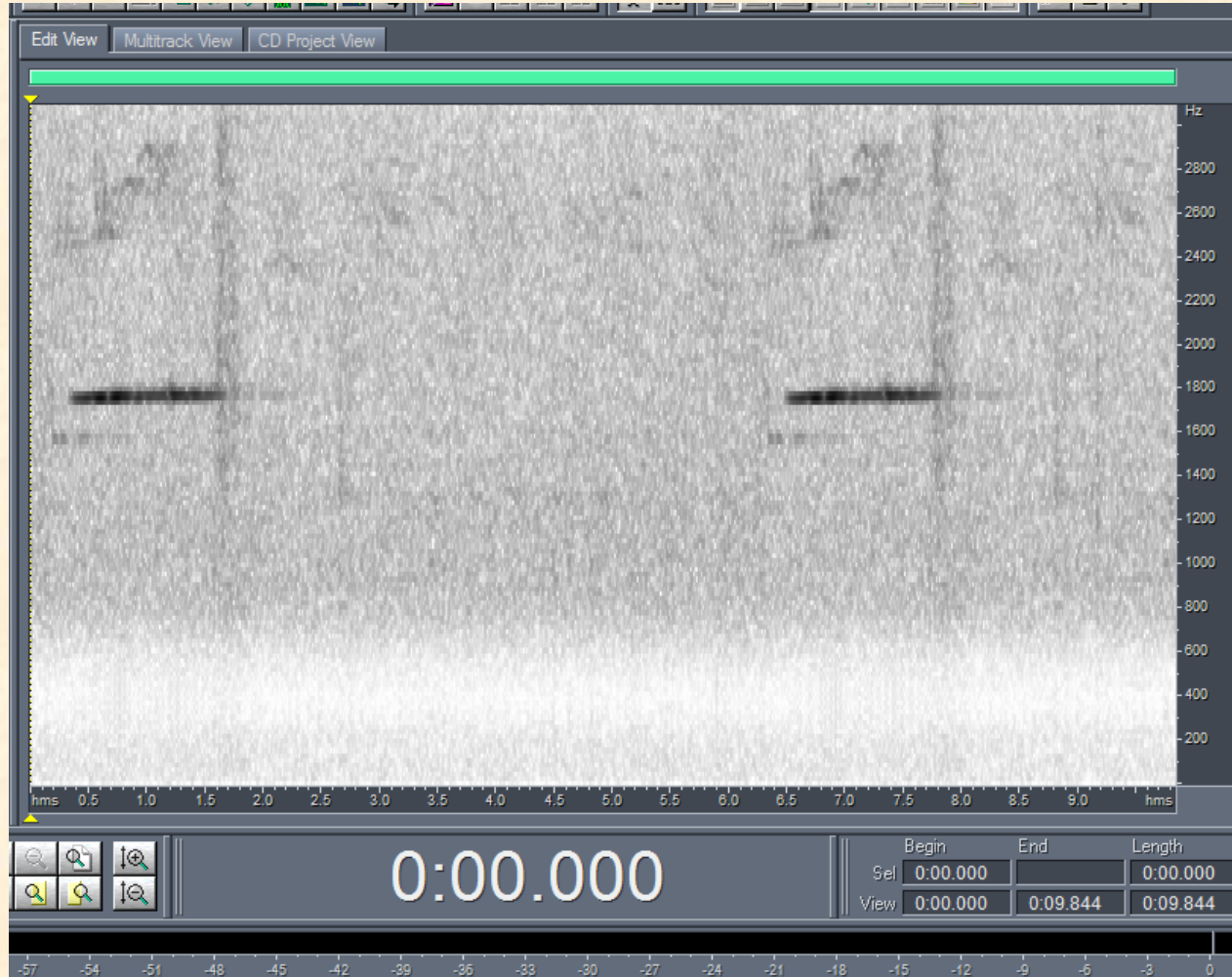


Planos

Cada parâmetro físico define uma dimensão



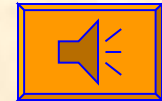
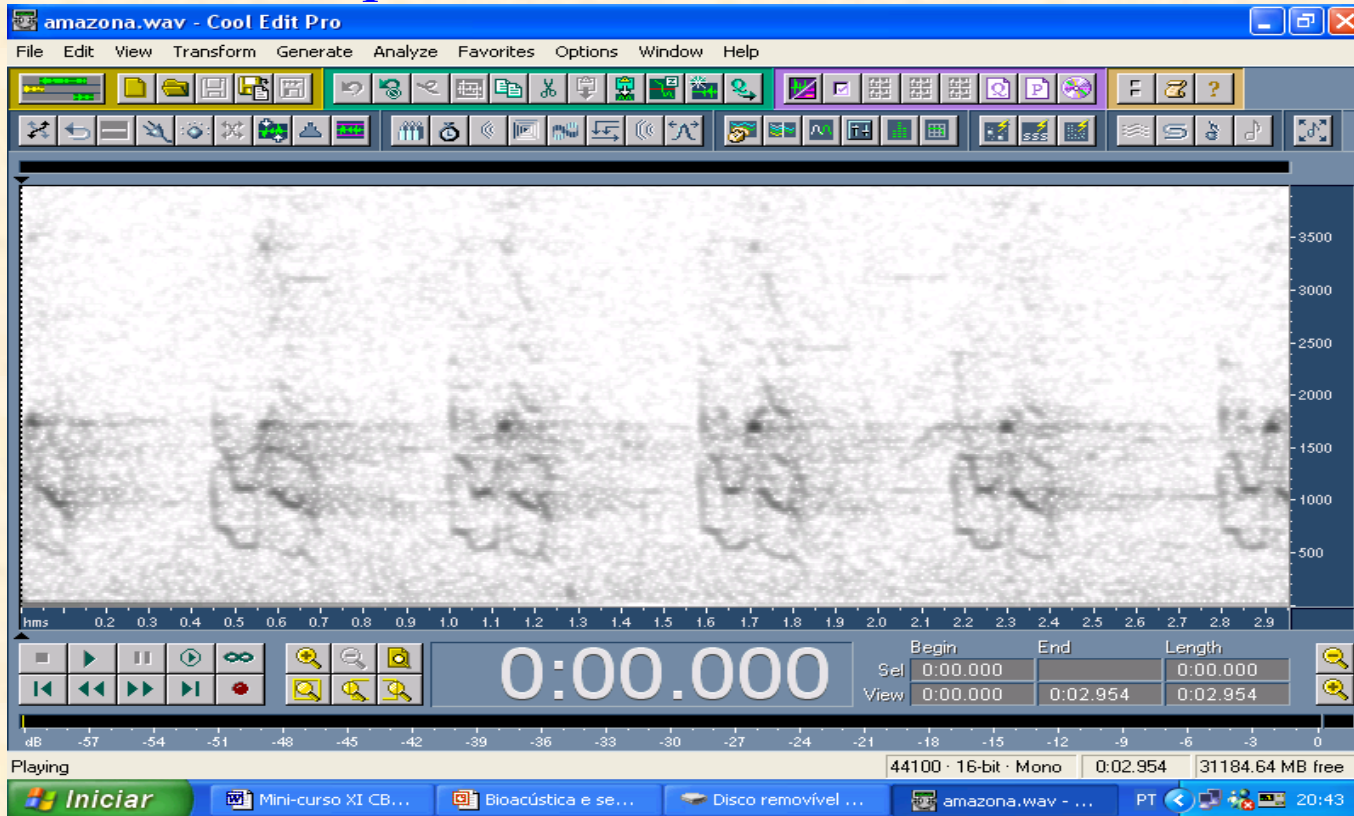
Sons puros



Crypturellus cinereus

Harmônicos

Definição física: fenômeno periódico cuja frequência é um múltiplo inteiro da frequência do outro. Se o canto não apresenta harmônico, 100% da energia está na frequência fundamental, é o chamado som puro



Velocidade do som

- Independe da pressão
- Aumenta à medida que aumenta a densidade do meio
 - No ar – $v = (330 + 0,61 \cdot T \text{ } ^\circ\text{C})$, sendo v a velocidade em m/s e T próximo de 0
 - Água doce – 1435 m/s
 - Mar – 1500 m/s
 - Rochas – até 6000 m/s

Difração do som

- O comprimento de onda do som no ar varia entre 2 cm e 20 m (a maioria mede alguns dm)
- O som muda a direção ao passar por uma abertura pequena
- Dificulta a realização de vedação acústica

Reflexão do som

- A reflexão do som se dá em superfícies extensas
- Um som emitido em uma superfície refletora atinge o observador por duas fontes, diretamente e pela reflexão

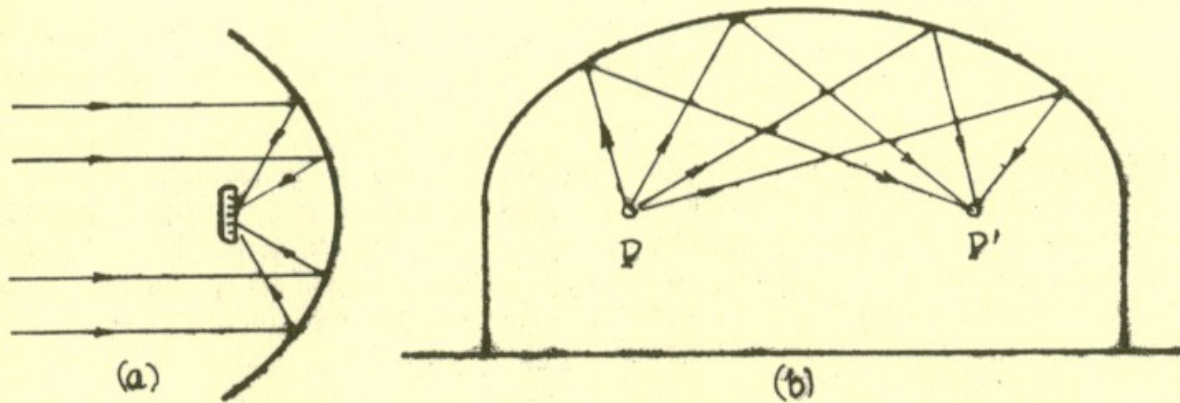
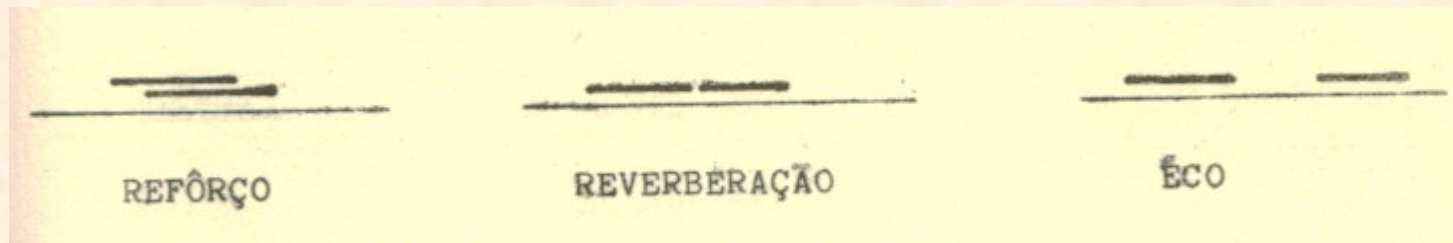


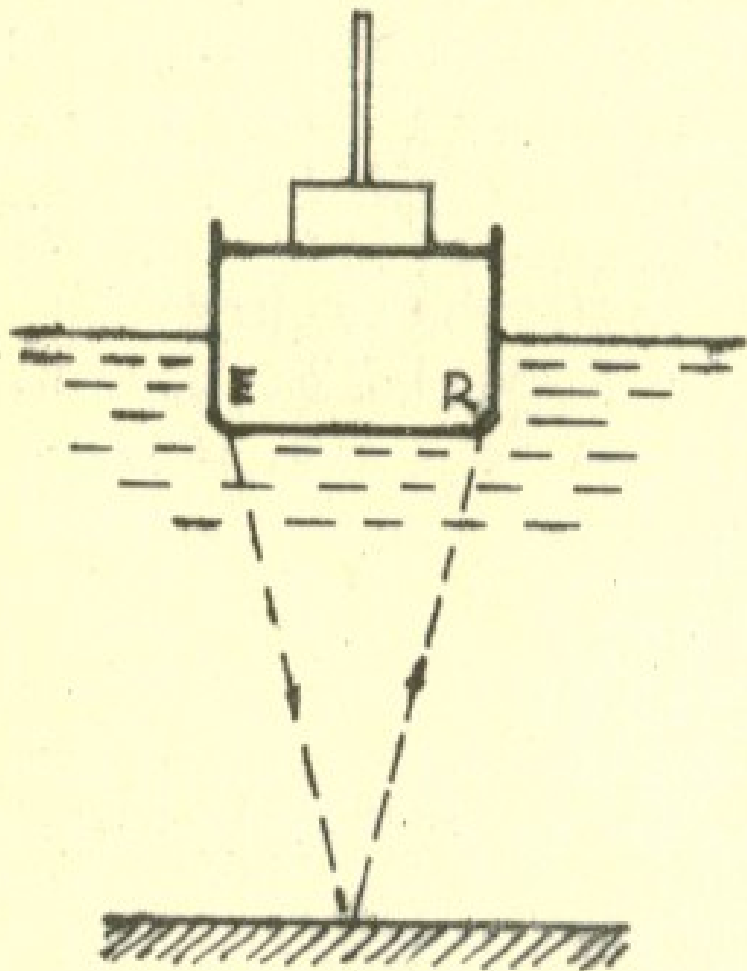
FIGURA 13 - (a) Postos de escuta servem-se de enormes espelhos parabólicos tendo no foco um microfone. (b) Recintos com teto em abóbada apresentam pontos conjugados por reflexão do som; cochicho em P pode ser ouvido em P' sem ser ouvido em outros pontos do recinto (galeria de cochichos).

Reverberação

- Superposição de sons produzidos em tempos diferentes, originais e produzidos por reflexão
- Auditórios vazios tendem a ser mais reverberantes



Sonar



- Um emissor E emite um som ultra-breve, reflete no fundo do mar e ao retornar, é recebido pelo receptor R. A metade do produto do tempo decorrido entre a emissão e a recepção pela velocidade do som na água dá a profundidade desta.