

# *O som como onda de pressão*

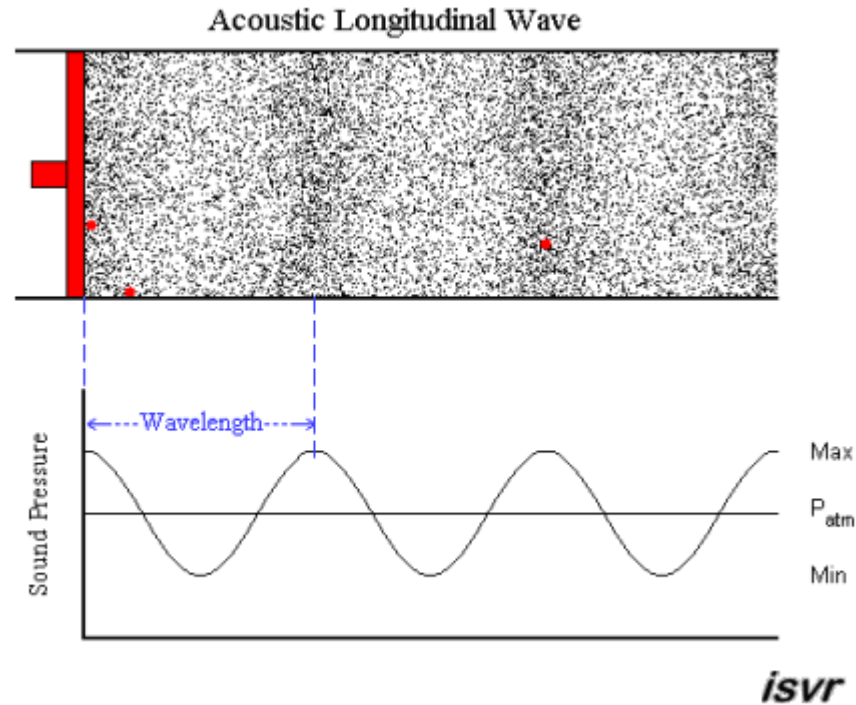


# O som como onda de pressão

## Produção do som

O som é o resultado de uma **vibração**, que se **transmite** ao **meio de propagação**, provocando zonas de maior **compressão** (pressão superior à atmosférica) de partícula e zonas de menor compressão (zonas de **rarefação**, onde a pressão é menor do que a atmosférica) de partículas, originando uma onda sonora.

As ondas sonoras não provocam a deslocação de partículas do meio de propagação.



# O som como onda de pressão

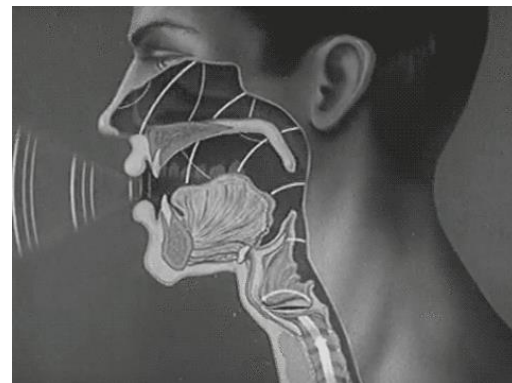
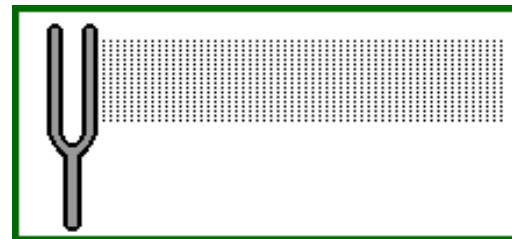
## Produção do som

São ondas **mecânicas** (necessitam de um meio elástico para se propagar) e **longitudinais** (as oscilações ocorrem na mesma direção da propagação).

Uma **fonte sonora** é tudo o que produz som.

A voz é produzida na laringe, nas cordas vocais.

O **silêncio** é a ausência de qualquer som.



# *O som como onda de pressão*

## **Propriedades do som**

Os sons podem ser distinguidos através de 3 características:

**Intensidade;**

**Altura;**

**Timbre.**

# O som como onda de pressão

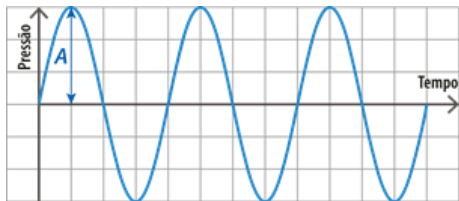
## Propriedades do som

### Intensidade

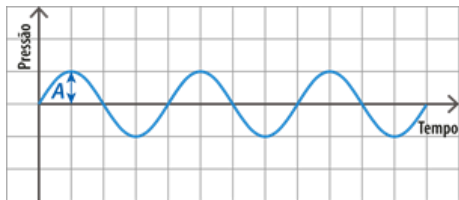
A intensidade de um som é a **energia** que atravessa uma unidade de área, perpendicular à direção de propagação dessa onda, por intervalo de tempo.

Em termos de intensidade, os sons podem ser:

**Fortes;**



**Fracos.**

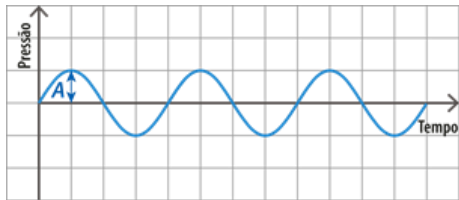
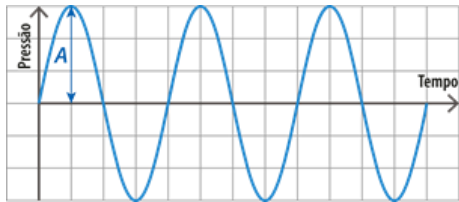


# O som como onda de pressão

## Propriedades do som

### Intensidade

A intensidade de uma onda sonora depende da amplitude e da frequência da onda. Um som com uma **maior amplitude** é um som **forte**, enquanto que um som com uma **pequena amplitude** é um som **fraco**.



Os **sons fortes** transportam uma **maior** quantidade de **energia** que os fracos.

Uma onda sonora perde intensidade no decurso da sua propagação.

A capacidade que o ouvido humano tem de sentir um som depende da intensidade do som mas também da sua frequência.

Os sons muito fracos não são sentidos e os sons muito fortes podem provocar lesões.

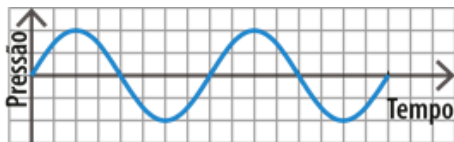
# O som como onda de pressão

## Propriedades do som

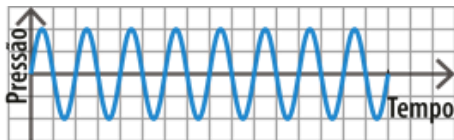
### Altura

Os sons podem ser:

**Graves;**



**Agudos,**



dependendo da sua **frequência**.

A **frequência** indica o **número de vibrações** por unidade de tempo.

Unidade do S.I. da frequência: hertz, Hz (ou  $s^{-1}$ )

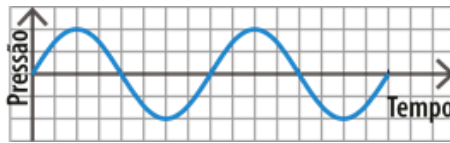
# O som como onda de pressão

## Propriedades do som

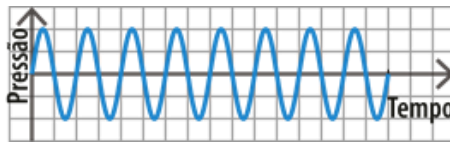
### Altura

Um som de **400 Hz** é criado por uma fonte sonora que **vibra 400 vezes por segundo**.

Os sons **graves**, também chamados **baixos**, são sons com maior comprimento de onda (**pequena frequência**).



Os sons **agudos**, ou **altos**, tem um menor comprimento de onda (**maior frequência**).





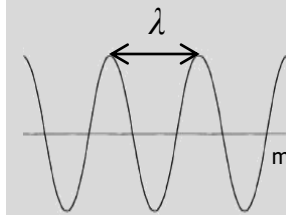
# O som como onda de pressão

## Propriedades do som

### Altura

### Relação entre a frequência e o comprimento de onda

$$f = \frac{v}{\lambda}$$



$$v = \lambda f$$

# O som como onda de pressão

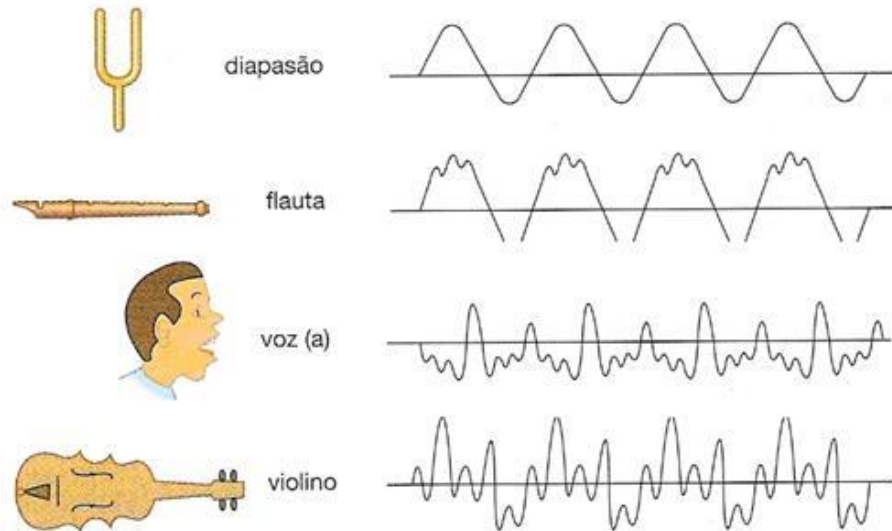
## Propriedades do som

### Timbre

É esta propriedade do som que nos **permite distinguir uma fonte sonora de outra**, apesar de estarem a produzir sons com a mesma frequência.

O timbre de uma fonte sonora é representado por uma **onda complexa**, que é a soma de uma onda fundamental (som puro, ou simples, como o produzido por um diapasão) e sons harmónicos.

**Cada fonte sonora** produz uma **onda sonora complexa diferente** (a produzida por uma viola é diferente da produzida por uma flauta).

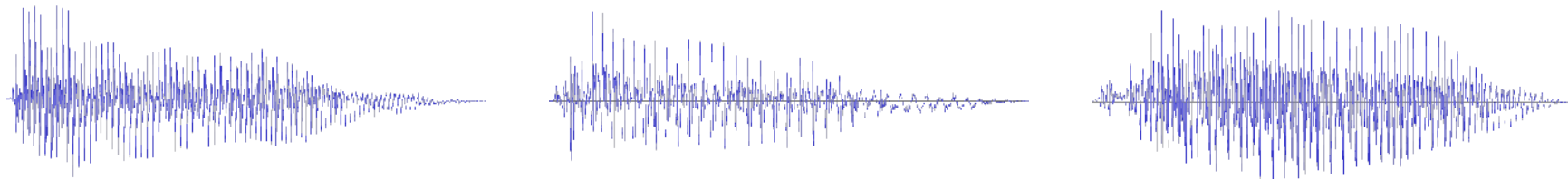


# *O som como onda de pressão*

## Propriedades do som

### Timbre

É o timbre que nos permite identificar uma pessoa pela sua voz.



Três pessoas diferentes a dizer a letra 'a'.

# O som como onda de pressão

## Propagação do som

O som necessita de um **meio físico**, sólido, líquido ou gasoso, para se propagar.

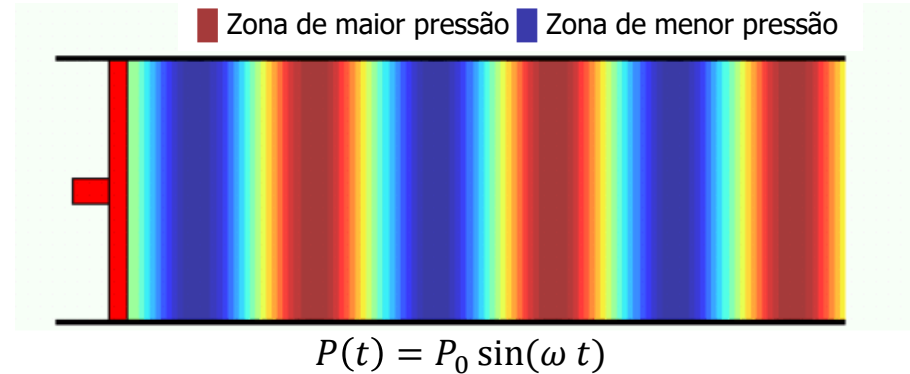
Quando uma fonte sonora produz uma vibração, esta é **transmitida, por choque**, aos corpúsculos mais próximos.

Esta vibração é comunicada aos corpúsculos seguintes através dos choques entre eles.

Durante a propagação do som há **transmissão de energia ao longo do meio de propagação**.

À medida que a onda sonora se afasta da fonte sonora, como as vibrações se irão propagar por mais partículas (o som propaga-se em todas as direções), a energia envolvida nos choques vai-se distribuindo por mais partícula, pelo que estas irão vibrar menos.

**Não há propagação de som no vazio, devido à ausência de partículas.**



# O som como onda de pressão

## Velocidade do som

A velocidade de propagação do som **depende do meio de propagação e da temperatura** desse meio.

Meio de propagação	$v$ (m s <sup>-1</sup> )
<b>Dióxido de carbono (0 °C)</b>	258
<b>Oxigénio (0 °C, 1 atm)</b>	317,2
<b>Ar (0 °C, 1 atm)</b>	331,45
<b>Ar (10 °C)</b>	337,5
<b>Azoto (0 °C, 1 atm)</b>	339,3
<b>Ar (20 °C)</b>	343,4
<b>Ar (30 °C)</b>	349,2
<b>Ar (0 °C, 100 atm)</b>	350,6
<b>Água, vapor (100°C)</b>	404,8
<b>Álcool etílico (25 °C)</b>	1210
<b>Chumbo (20 °C)</b>	1230
<b>Hidrogénio (0 °C, 1 atm)</b>	1269,5
<b>Água doce (25 °C)</b>	1493,2
<b>Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)</b>	1532,8
<b>Alumínio (20 °C)</b>	5100
<b>Ferro (20 °C)</b>	5130

# O som como onda de pressão

## Velocidade do som

Normalmente a velocidade das ondas sonoras é **maior nos sólidos e menor nos gases.**

Meio de propagação	$v$ (m s <sup>-1</sup> )
<b>Dióxido de carbono (0 °C)</b>	258
<b>Oxigénio (0 °C, 1 atm)</b>	317,2
<b>Ar (0 °C, 1 atm)</b>	331,45
<b>Ar (10 °C)</b>	337,5
<b>Azoto (0 °C, 1 atm)</b>	339,3
<b>Ar (20 °C)</b>	343,4
<b>Ar (30 °C)</b>	349,2
<b>Ar (0 °C, 100 atm)</b>	350,6
<b>Água, vapor (100°C)</b>	404,8
<b>Álcool etílico (25 °C)</b>	1210
<b>Chumbo (20 °C)</b>	1230
<b>Hidrogénio (0 °C, 1 atm)</b>	1269,5
<b>Água doce (25 °C)</b>	1493,2
<b>Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)</b>	1532,8
<b>Alumínio (20 °C)</b>	5100
<b>Ferro (20 °C)</b>	5130

# O som como onda de pressão

## Velocidade do som

Como a temperatura é uma medida da agitação dos corpúsculos, **a velocidade do som está dependente da temperatura** a que o meio de propagação se encontra.

**Quanto maior for a temperatura do meio de propagação maior é a velocidade do som.**

Meio de propagação	$v$ (m s <sup>-1</sup> )
Dióxido de carbono (0 °C)	258
Oxigénio (0 °C, 1 atm)	317,2
Ar (0 °C, 1 atm)	331,45
Ar (10 °C)	337,5
Azoto (0 °C, 1 atm)	339,3
Ar (20 °C)	343,4
Ar (30 °C)	349,2
Ar (0 °C, 100 atm)	350,6
Água, vapor (100°C)	404,8
Álcool etílico (25 °C)	1210
Chumbo (20 °C)	1230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1269,5
Água doce (25 °C)	1493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1532,8
Alumínio (20 °C)	5100
Ferro (20 °C)	5130

# O som como onda de pressão

## Velocidade do som

A velocidade também depende da densidade do meio de propagação.

Uma **maior densidade** implica uma **maior proximidade** entre os corpúsculos, pelo que a agitação é **mais facilmente transmitida**.

Meio de propagação	$v$ (m s <sup>-1</sup> )
Dióxido de carbono (0 °C)	258
Oxigénio (0 °C, 1 atm)	317,2
Ar (0 °C, 1 atm)	331,45
Ar (10 °C)	337,5
Azoto (0 °C, 1 atm)	339,3
Ar (20 °C)	343,4
Ar (30 °C)	349,2
Ar (0 °C, 100 atm)	350,6
Água, vapor (100°C)	404,8
Álcool etílico (25 °C)	1210
Chumbo (20 °C)	1230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1269,5
Água doce (25 °C)	1493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1532,8
Alumínio (20 °C)	5100
Ferro (20 °C)	5130



# O som como onda de pressão

## Velocidade do som

A velocidade de propagação de uma onda sonora no **ar** é independente da sua frequência, pelo que o ar é um **meio não dispersivo**.

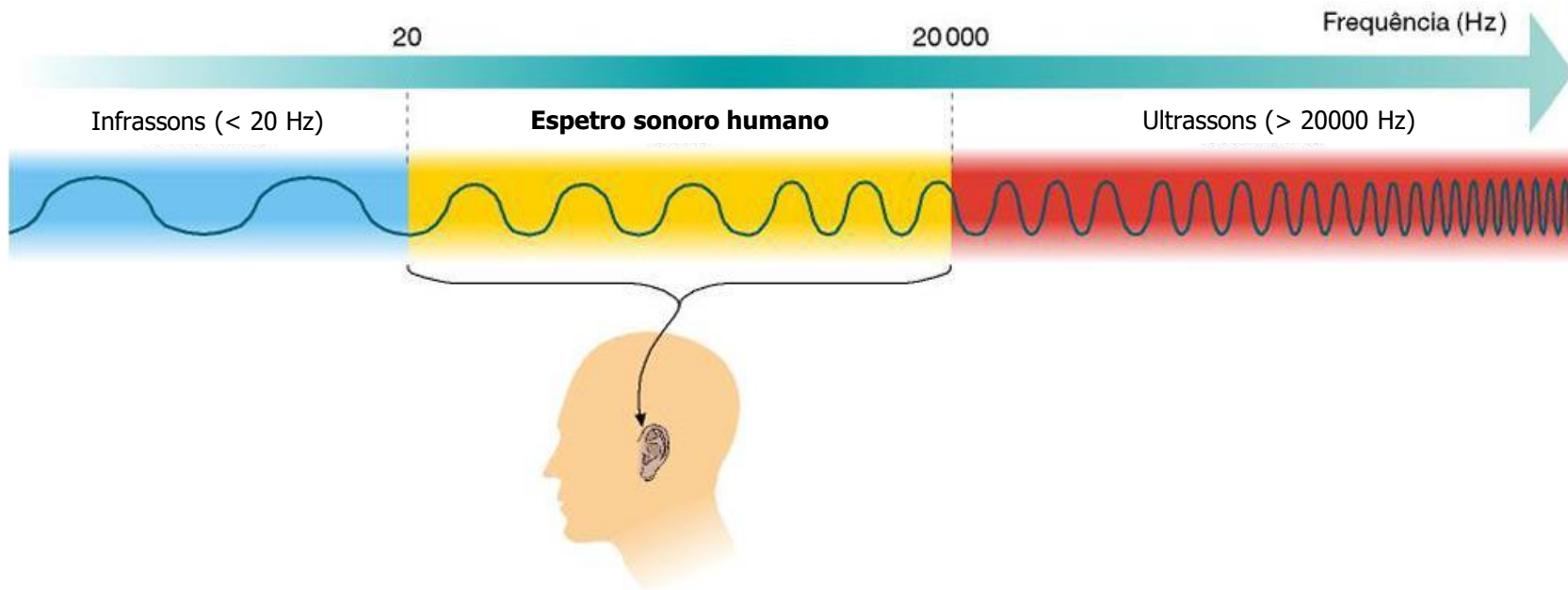
A velocidade de propagação do som no ar (à pressão de 1 atm e temperatura de 25 °C) é de aproximadamente 340 m s<sup>-1</sup>.

Meio de propagação	$v$ (m s <sup>-1</sup> )
<b>Dióxido de carbono (0 °C)</b>	258
<b>Oxigénio (0 °C, 1 atm)</b>	317,2
<b>Ar (0 °C, 1 atm)</b>	331,45
<b>Ar (10 °C)</b>	337,5
<b>Azoto (0 °C, 1 atm)</b>	339,3
<b>Ar (20 °C)</b>	343,4
<b>Ar (30 °C)</b>	349,2
<b>Ar (0 °C, 100 atm)</b>	350,6
<b>Água, vapor (100°C)</b>	404,8
<b>Álcool etílico (25 °C)</b>	1210
<b>Chumbo (20 °C)</b>	1230
<b>Hidrogénio (0 °C, 1 atm)</b>	1269,5
<b>Água doce (25 °C)</b>	1493,2
<b>Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)</b>	1532,8
<b>Alumínio (20 °C)</b>	5100
<b>Ferro (20 °C)</b>	5130

# O som como onda de pressão

## Deteção de sons pelo ser humano

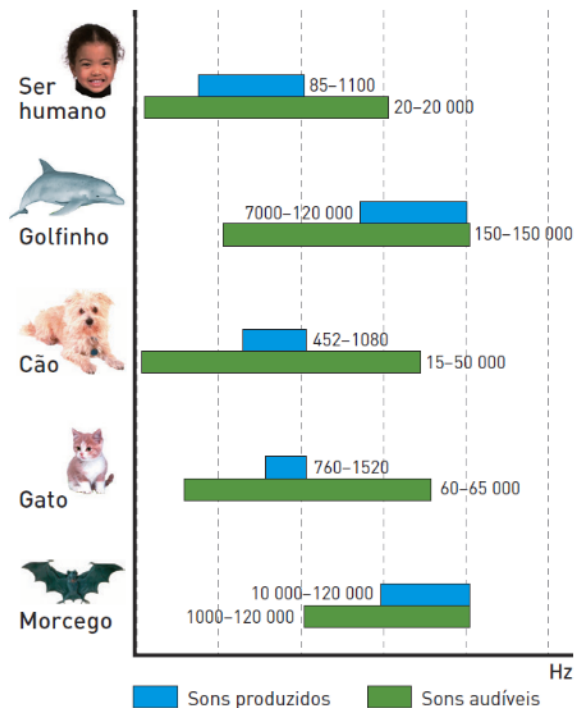
Os sons audíveis pelo ser humano encontram-se entre os 20 Hz e os 20000 Hz.



# O som como onda de pressão

## Deteção de sons pelo ser humano

O cada animal possui um espectro sonoro diferente.



# O som como onda de pressão

## Deteção de sons pelo ser humano

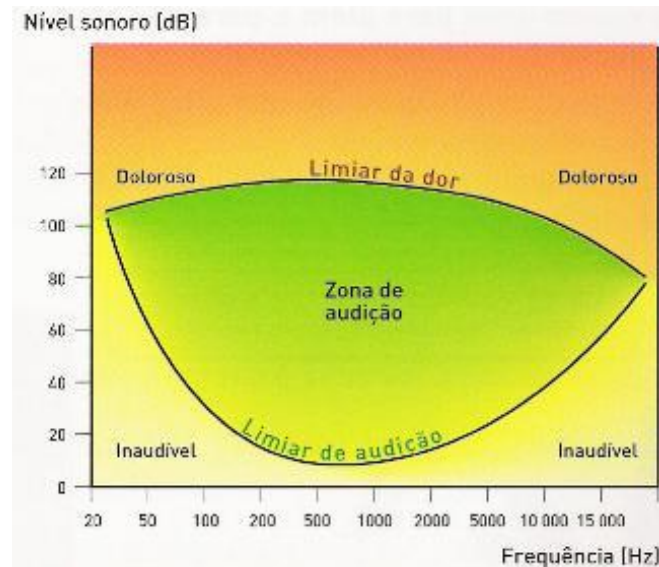
### Poluição sonora

Ruído: som indesejável.

**Limiar de dor:** intensidade a partir da qual causa dor (120 dB)

**Limiar de audição:** menor intensidade sonora perceptível (0 dB)

A poluição sonora pode levar à **surdez, cansaço, stress, perda de concentração...**



[[Hearing test on-line](#)]

# O som como onda de pressão

## Deteção de sons pelo ser humano

### Poluição sonora

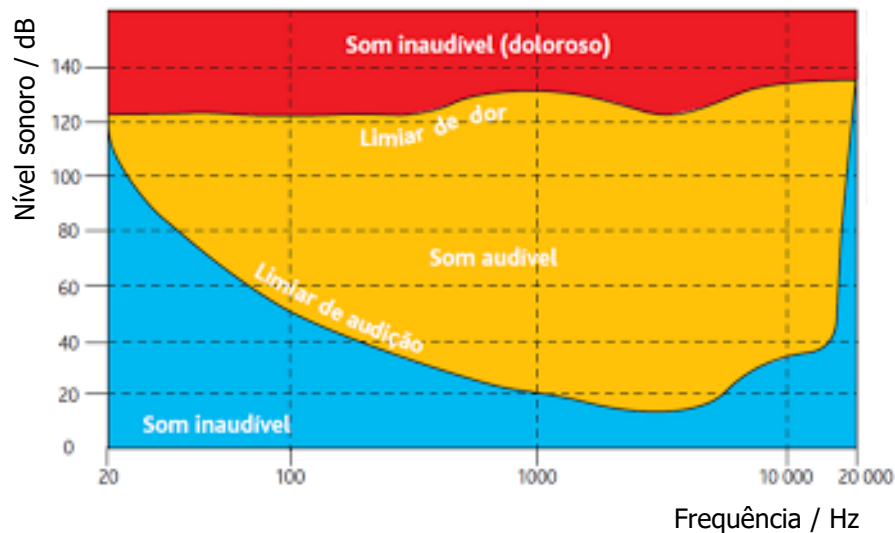
Ruído: som indesejável.

**Limiar de dor:** intensidade a partir da qual causa dor (120 dB)

**Limiar de audição:** menor intensidade sonora perceptível (0 dB)

A poluição sonora pode levar à **surdez, cansaço, stress, perda de concentração...**

[[Hearing test on-line](#)]



# *O som como onda de pressão*

## **Fenómenos acústicos**

Durante a propagação do som podem ocorrer fenómenos acústicos:

**Reflexão;**

**Absorção;**

**Refração.**

# O som como onda de pressão

## Fenómenos acústicos

### Reflexão

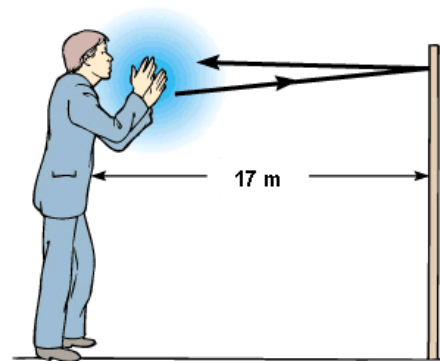
Acontece quando um som incidente encontra um **obstáculo** e é **refletido** (som refletido).

### Eco

É a repetição de um som devido à reflexão.

Para que dois sons sejam distinguidos pelo ouvido humano é necessário que haja um intervalo de 0,1 s entre eles.

Se houver uma distância de 17 m entre a origem do som e um obstáculo refletor, há eco.



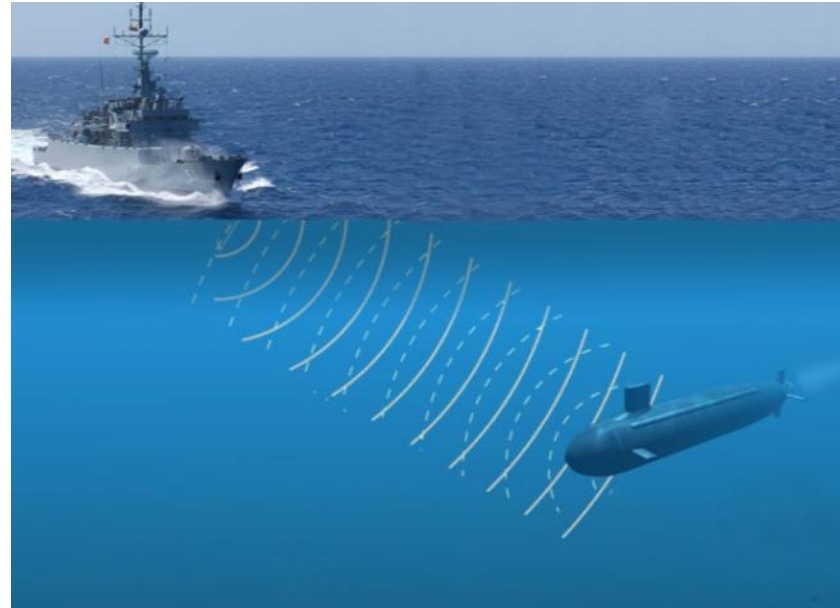
# *O som como onda de pressão*

## Fenómenos acústicos

### Reflexão

#### Utilizações da reflexão

##### Sonar





# *O som como onda de pressão*

## Fenómenos acústicos

### Reflexão

#### Utilizações da reflexão

#### Ecografia

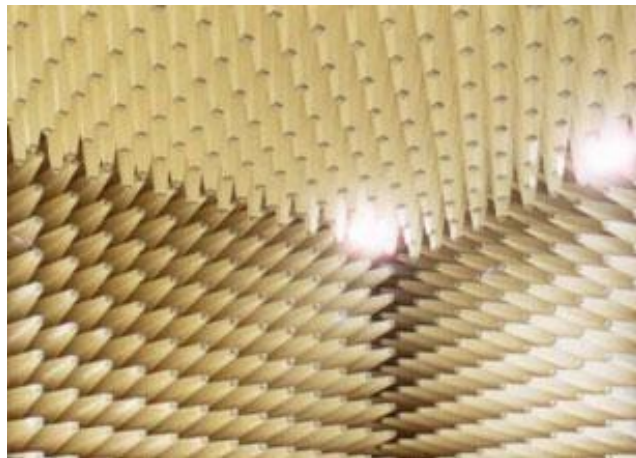
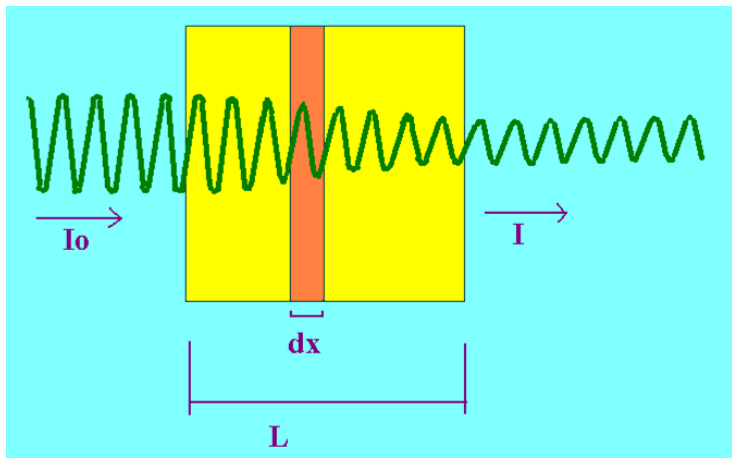


# O som como onda de pressão

## Fenómenos acústicos

### Absorção

Há absorção quando parte da **energia** de um som incidente é **transferida** para o **obstáculo** sobre o qual incide.



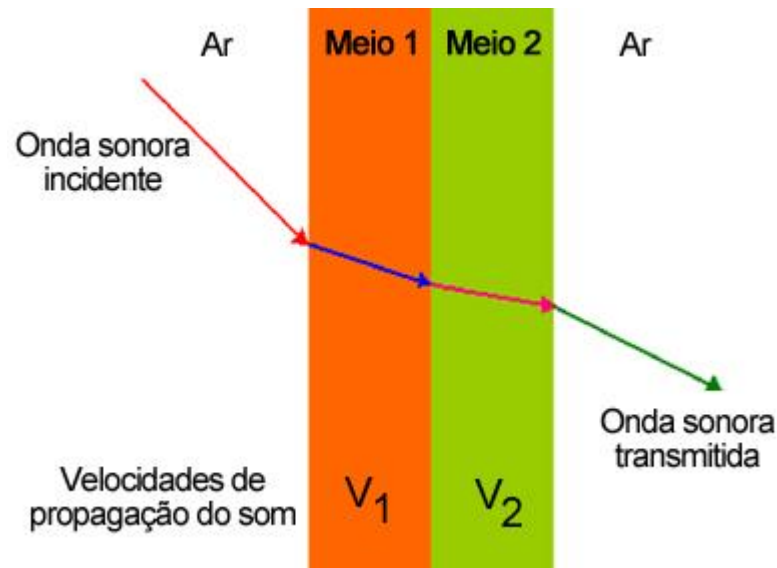
# O som como onda de pressão

## Fenómenos acústicos

### Refração

Há **mudança de direção** do som, quando o som passa de um meio para outro.

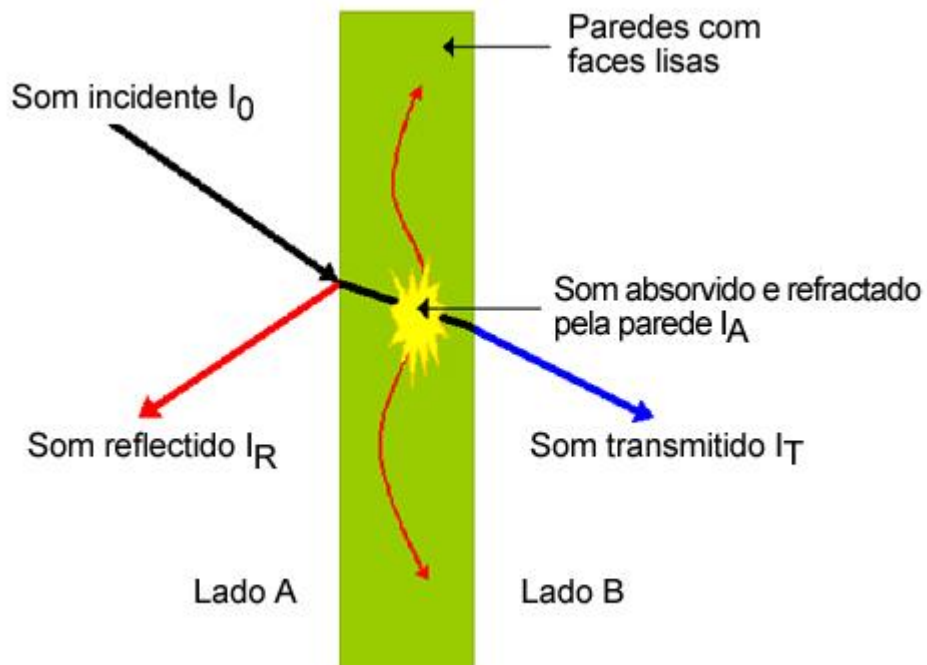
Normalmente também está associada à reflexão e à absorção.



# *O som como onda de pressão*

## Fenómenos acústicos

Os três processos podem estar associados.



## **Bibliografia**

C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, S. Machado, *Física 11 A*, Areal Editores, Porto, 2016.  
M. Alonso, E. J. Finn, *Física*, Escolar Editora, 2012, Lisboa.

## **Ligações**

[Hearing test on-line](#), consultada em 27/11/2017.