

O som como onda de pressão



Essencial

- Identificar o som como uma onda de pressão.

Palavras-chave

- Produção de som.
- Fonte sonora.
- Silêncio.
- Intensidade.
- Altura.
- Timbre.
- Espectro sonoro.
- Reflexão.
- Absorção.
- Refração.

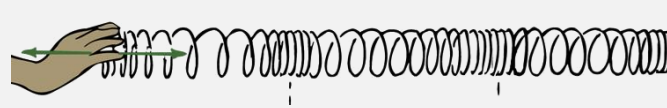


O **som** é uma **onda mecânica**...

...por isso, **necessita de um meio para se propagar.**



Uma onda sonora é uma **onda longitudinal**.

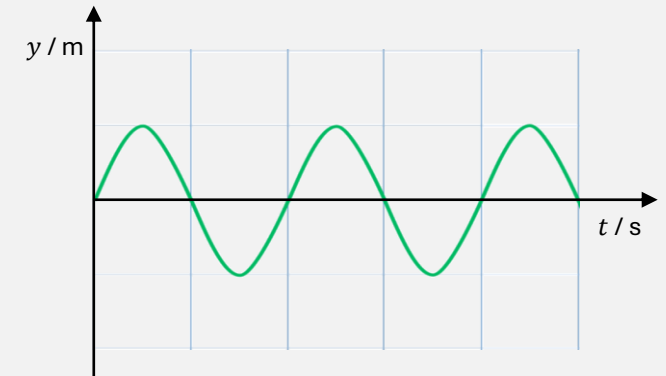


Uma onda, é **caracterizada por:**

Período, T ;

Frequência, f ;

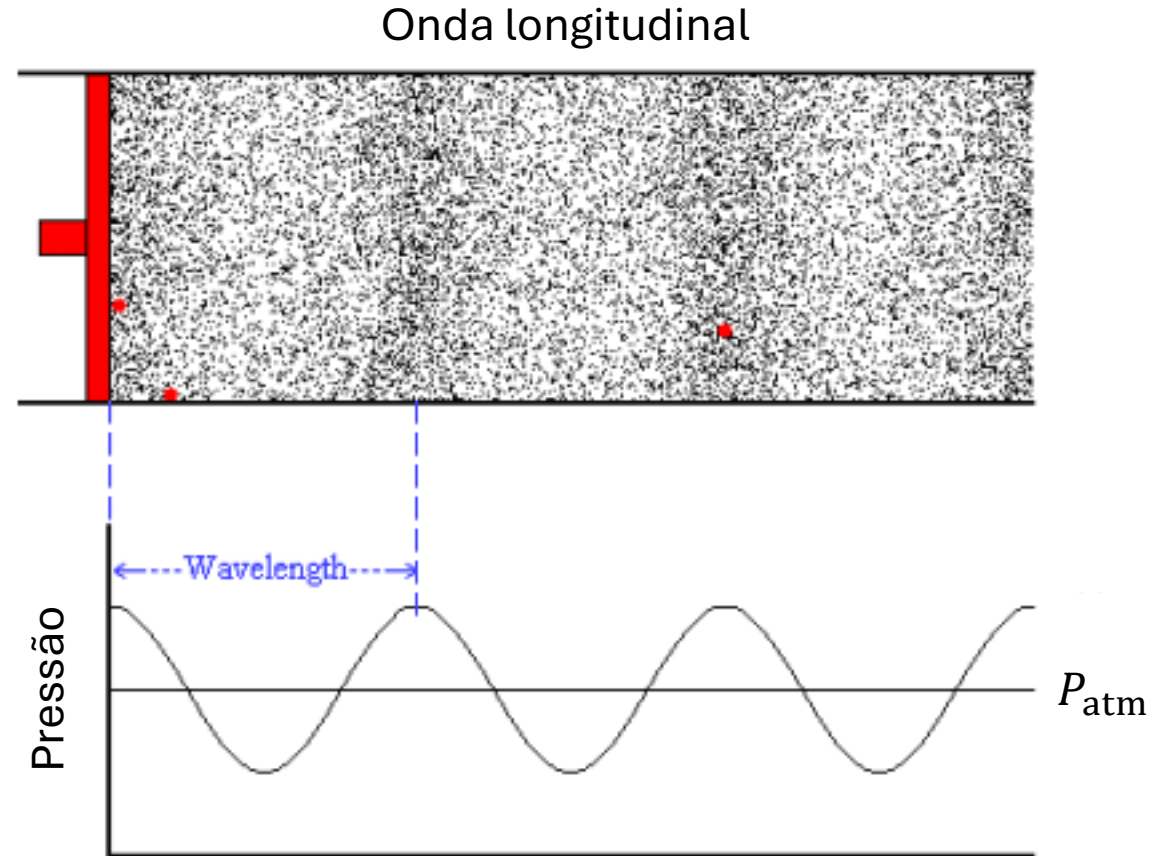
Comprimento de onda, λ .



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.



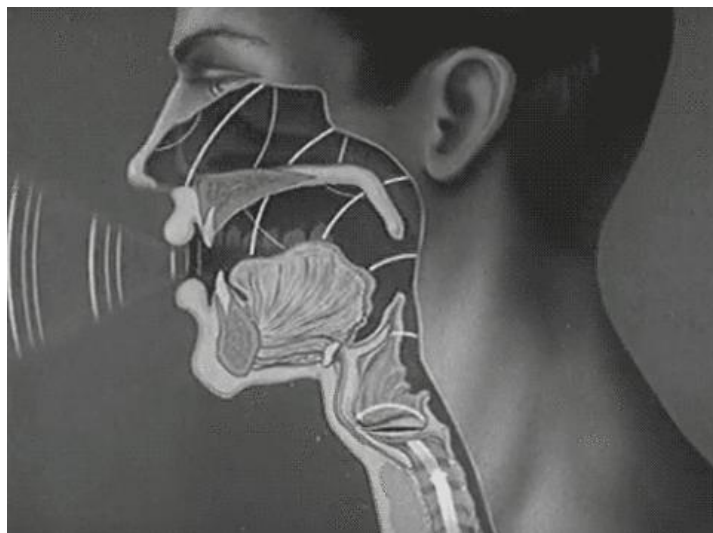
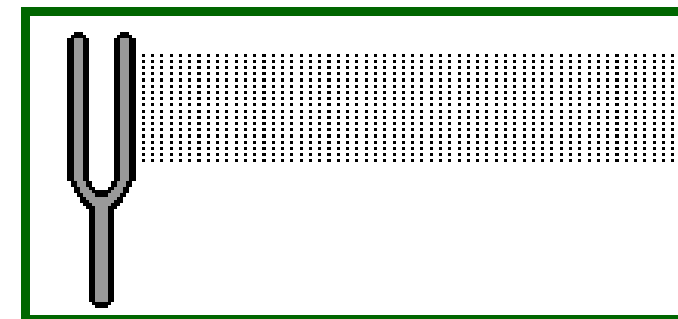
Produção do som

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.

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

A voz é produzida na laringe, nas cordas vocais.



[Imagem: Wonderful Engineering]

[Imagem: WNYC]

Propriedades do som

Os sons podem ser distinguidos através de 3 características:

Intensidade;

Altura;

Timbre.

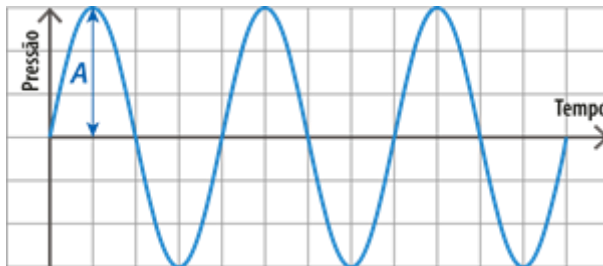
Propriedades do som

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.

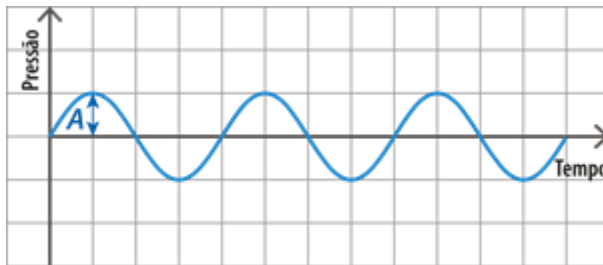
Em termos de intensidade, os sons podem ser:

Fortes:



Maior amplitude da onda;

Fracos:



Menor amplitude da onda.

Propriedades do som

Intensidade

A intensidade de uma onda sonora depende da amplitude e da frequência da onda.

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.

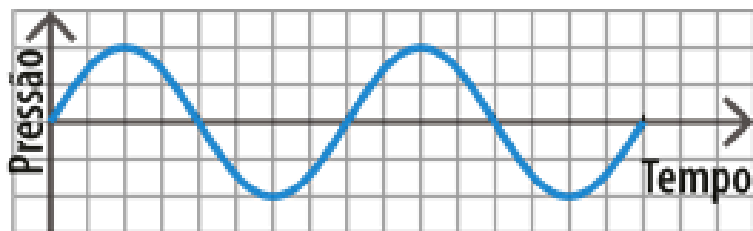
Os sons muito fracos não são sentidos e os sons muito fortes podem provocar lesões.

Propriedades do som

Altura

Os sons podem ser:

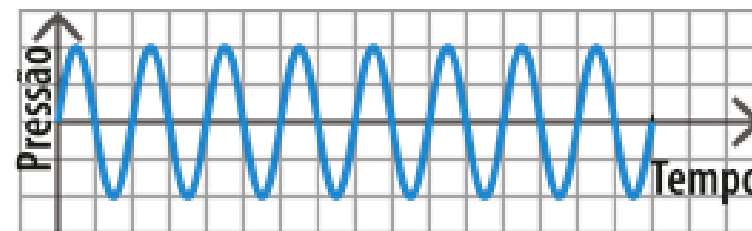
Graves (baixos)



Frequência de **440 Hz**
[vibra 440 vezes por segundo]



Agudos (altos)



Frequência de **2000 Hz**
[vibra 2000 vezes por segundo]



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

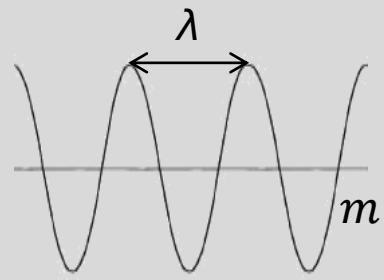
Unidade do S.I. da frequência: hertz, Hz (ou s^{-1})

Propriedades do som

Altura

Relação entre a frequência e o comprimento de onda

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



$$v = \lambda f$$

[Como **a frequência de uma onda não se altera**, alterando o meio de propagação, a velocidade de propagação e o comprimento de onda são alterados.]

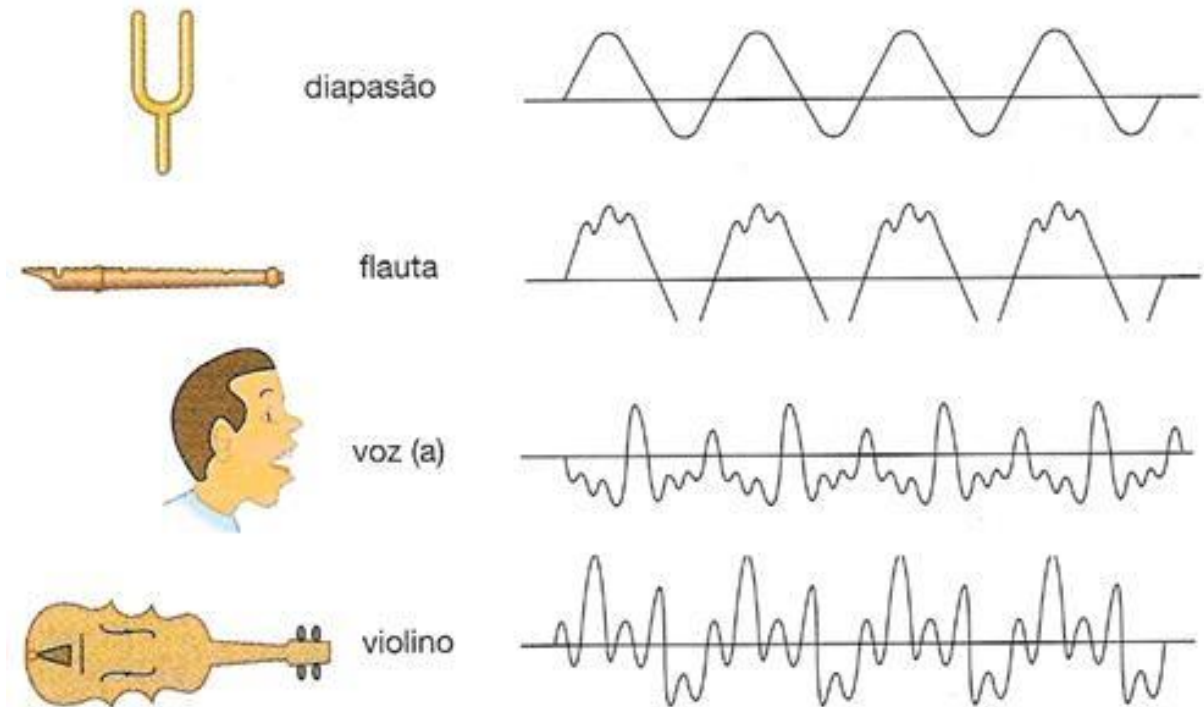
Propriedades do som

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 diapásão) e sons harmónicos.

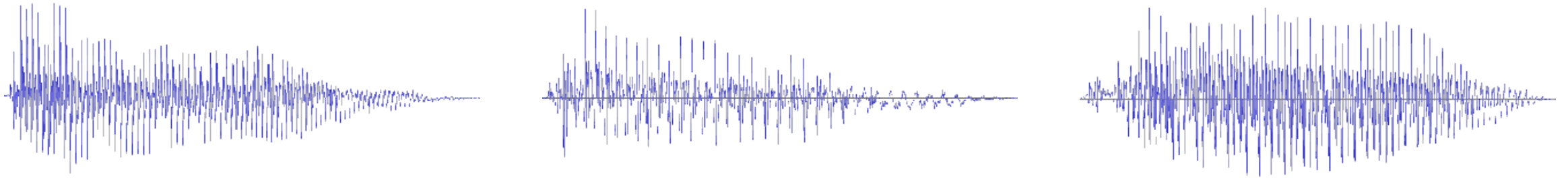
Cada fonte sonora produz uma **onda sonora complexa diferente** (a produzida por uma viola é diferente da produzida por uma flauta).



Propriedades do som

Timbre

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



Três pessoas diferentes a dizer a letra 'a'.

Propagação do som

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

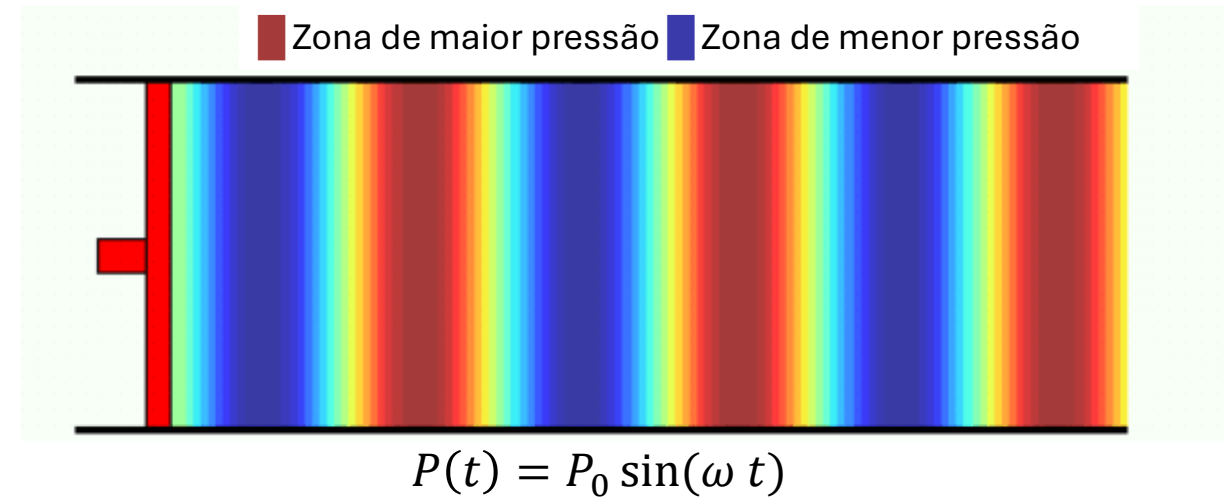
Quando uma fonte sonora produz uma vibração, esta é **transmitida, por choque**, aos corpúsculos mais próximos.

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.



Velocidade do som

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

Meio de propagação	$v / \text{m s}^{-1}$
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)	1 210
Chumbo (20 °C)	1 230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1 269,5
Água doce (25 °C)	1 493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1 532,8
Alumínio (20 °C)	5 100
Ferro (20 °C)	5 130

Velocidade do som

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

Meio de propagação	$v / \text{m s}^{-1}$
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)	1 210
Chumbo (20 °C)	1 230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1 269,5
Água doce (25 °C)	1 493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1 532,8
Alumínio (20 °C)	5 100
Ferro (20 °C)	5 130

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	$v / \text{m s}^{-1}$
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)	1 210
Chumbo (20 °C)	1 230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1 269,5
Água doce (25 °C)	1 493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1 532,8
Alumínio (20 °C)	5 100
Ferro (20 °C)	5 130

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	$v / \text{m s}^{-1}$
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)	1 210
Chumbo (20 °C)	1 230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1 269,5
Água doce (25 °C)	1 493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1 532,8
Alumínio (20 °C)	5 100
Ferro (20 °C)	5 130

Velocidade do som

Um meio não dispersivo é um meio de propagação no qual a velocidade de uma onda é independente da sua frequência.

O ar é um meio não dispersivo para as ondas sonoras.

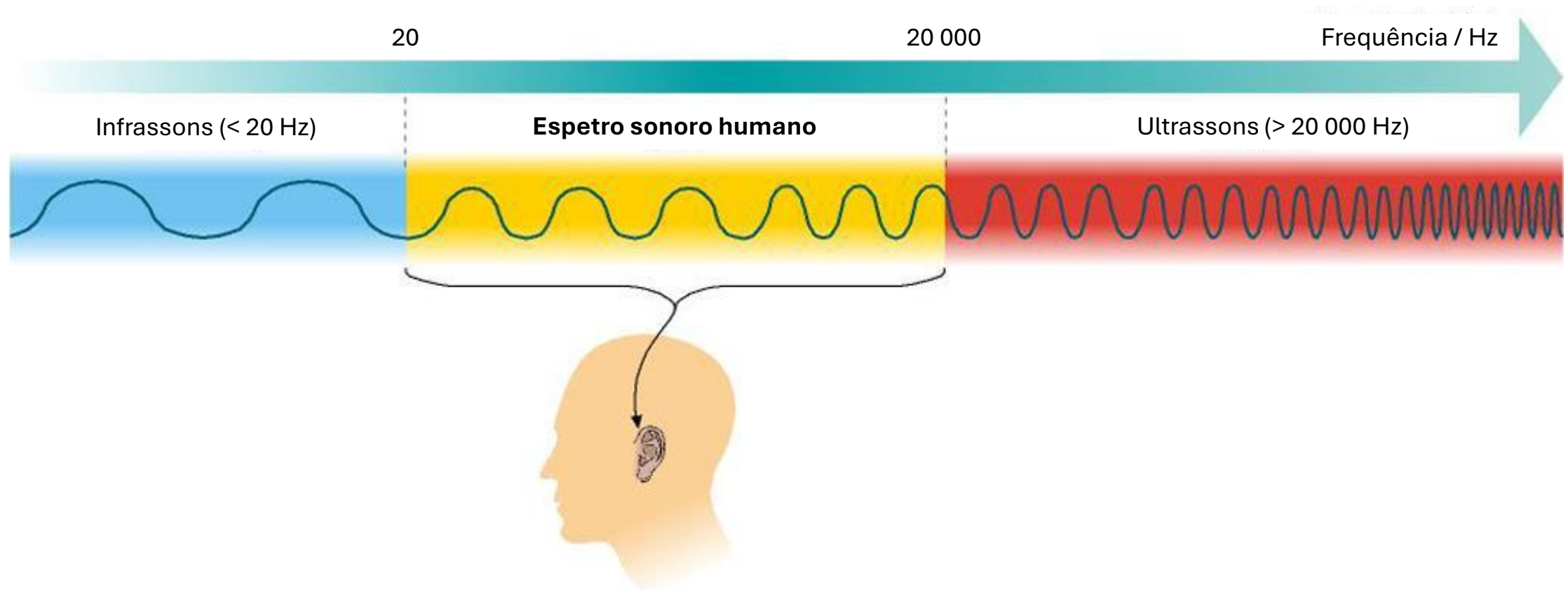
Todas as ondas sonoras (mesmo com diferentes frequências) propagam-se no ar, nas mesmas condições, com a mesma velocidade.

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

Meio de propagação	$v / \text{m s}^{-1}$
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)	1 210
Chumbo (20 °C)	1 230
Hidrogénio (0 °C, 1 atm)	1 269,5
Água doce (25 °C)	1 493,2
Água do mar (25 °C, 3,6% de salinidade)	1 532,8
Alumínio (20 °C)	5 100
Ferro (20 °C)	5 130

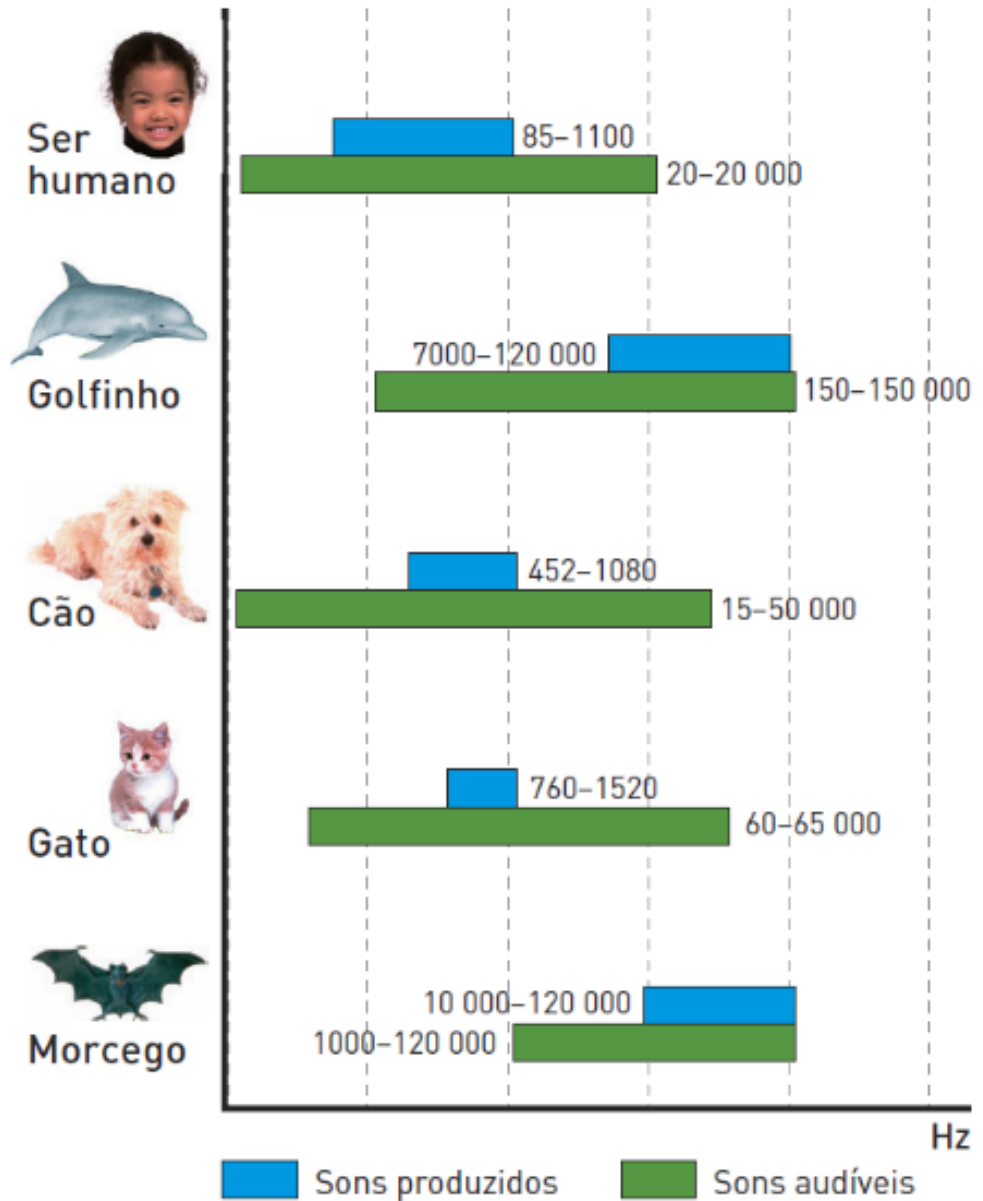
Deteção de sons pelo ser humano

Os sons audíveis pelo ser humano encontram-se entre os 20 Hz e os 20 000 Hz.



Deteção de sons pelo ser humano

Cada animal possui um espectro sonoro diferente.



[Imagem: Porto Editora]

Deteção de sons pelo ser humano

Poluição sonora

Ruído: som indesejável.

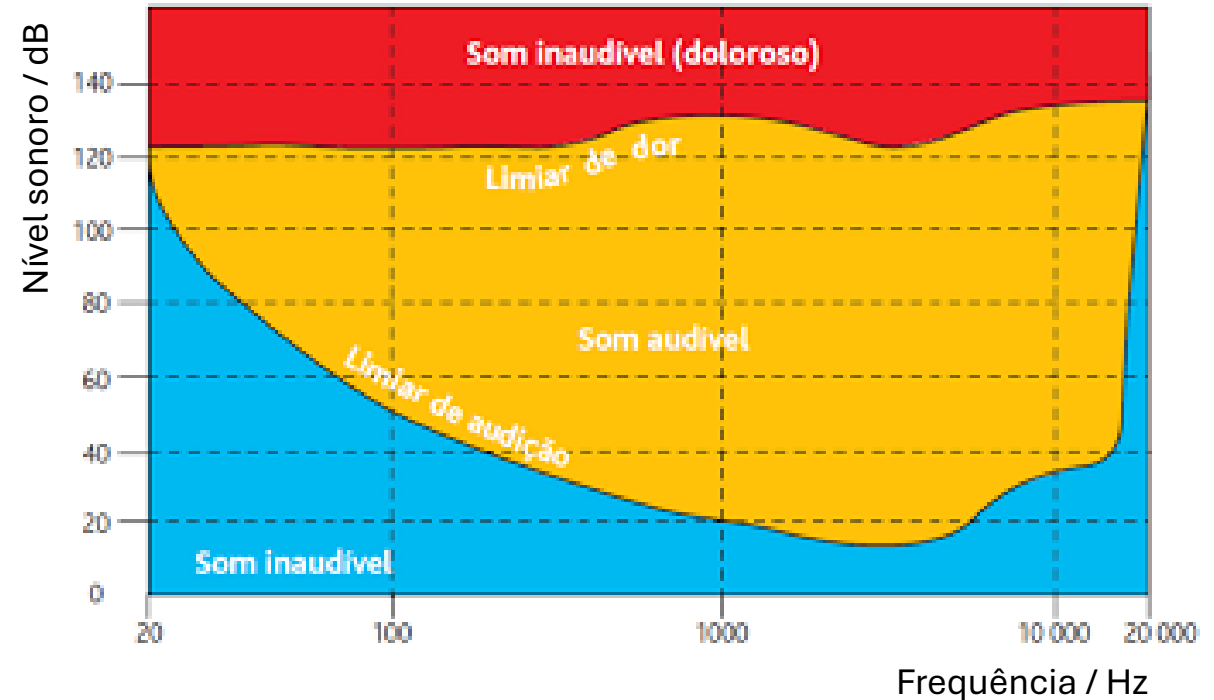
Para medir a intensidade sonora é utilizada a unidade **bel, B** (normalmente expressa em **decibel, dB**).

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

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

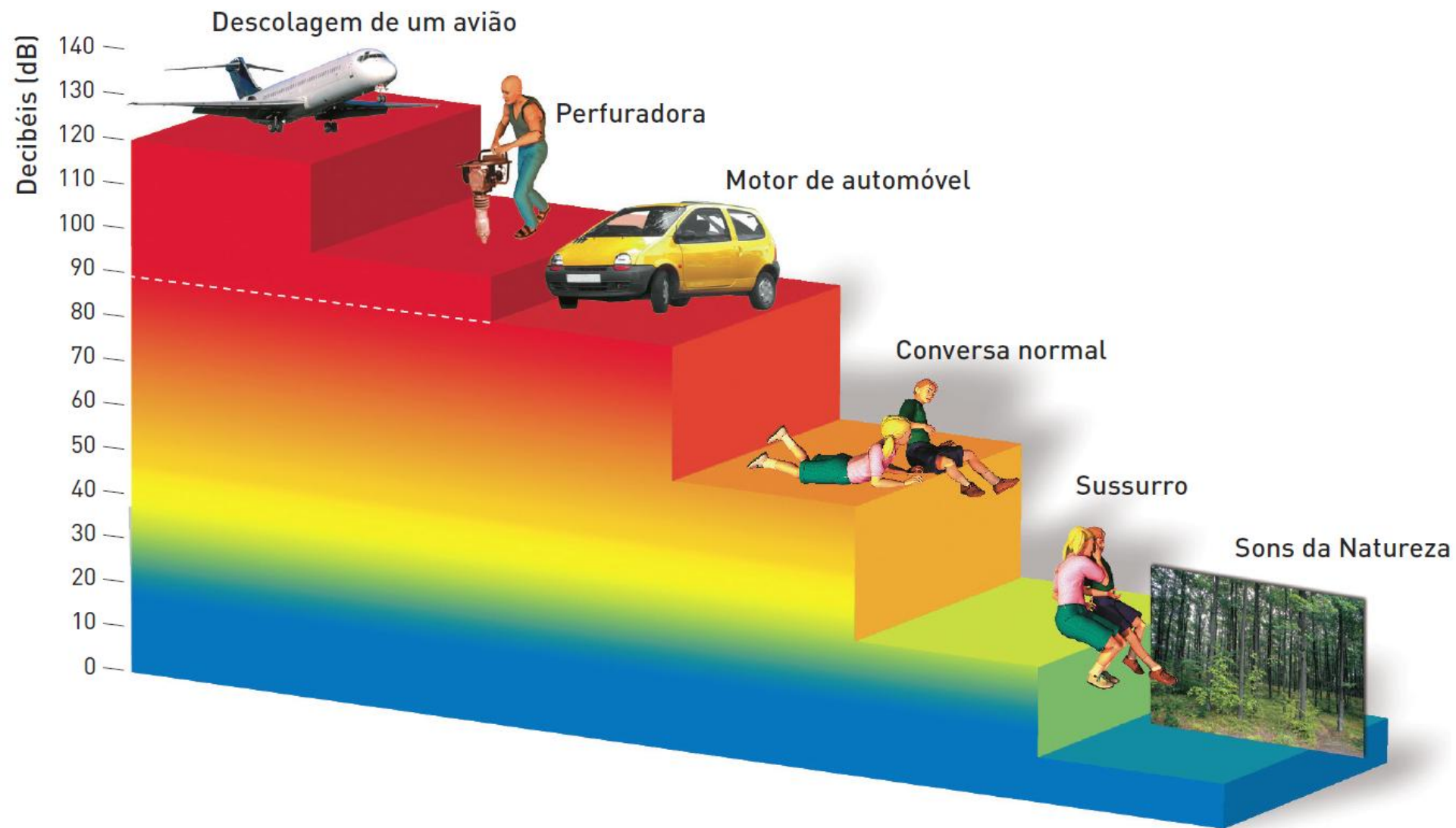
A poluição sonora pode levar à **surdez, cansaço, stress, perda de concentração...**

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



[Imagem: bloguedefisicoquimicats.blogspot.pt]

Intensidade sonora



[Imagem: Porto Editora]

Proteção da audição

1. Ter atenção aos níveis de som

Exposição prolongada a ruídos acima de 85 dB pode causar danos graduais. Sons explosivos acima de 140 dB podem ser imediatamente prejudiciais.

2. Educação sobre a audição

Conhecer os riscos e formas de prevenção pode ajudar a minimizar os danos.

3. Utilização correta de auscultadores/auriculares

O uso de auscultadores/auriculares em volumes altos aumenta o risco de perda auditiva.

4. Uso de proteção auricular

Os protetores auriculares ajudam a reduzir o impacto do som, especialmente para músicos e pessoas expostas a ruídos altos frequentes.

5. Cuidar da audição para um futuro saudável

A perda auditiva não tratada pode aumentar o risco de problemas cognitivos e afetar o bem-estar emocional e social.



In <https://www.michiganmedicine.org/health-lab/5-ways-reduce-hearing-damage>

[Imagem: www.cubadebate.cu]

Fenómenos acústicos

Durante a propagação do som podem ocorrer fenômenos acústicos:

Reflexão;

Absorção;

Refração.

Fenómenos acústicos

Reflexão

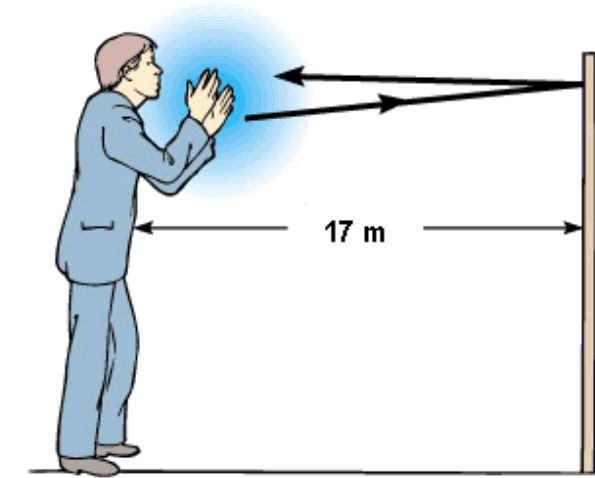
Acontece quando um som incidente encontra um **obstáculo** e é **refletido** (som refletido).

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.



[Imagem: philschatz.com]

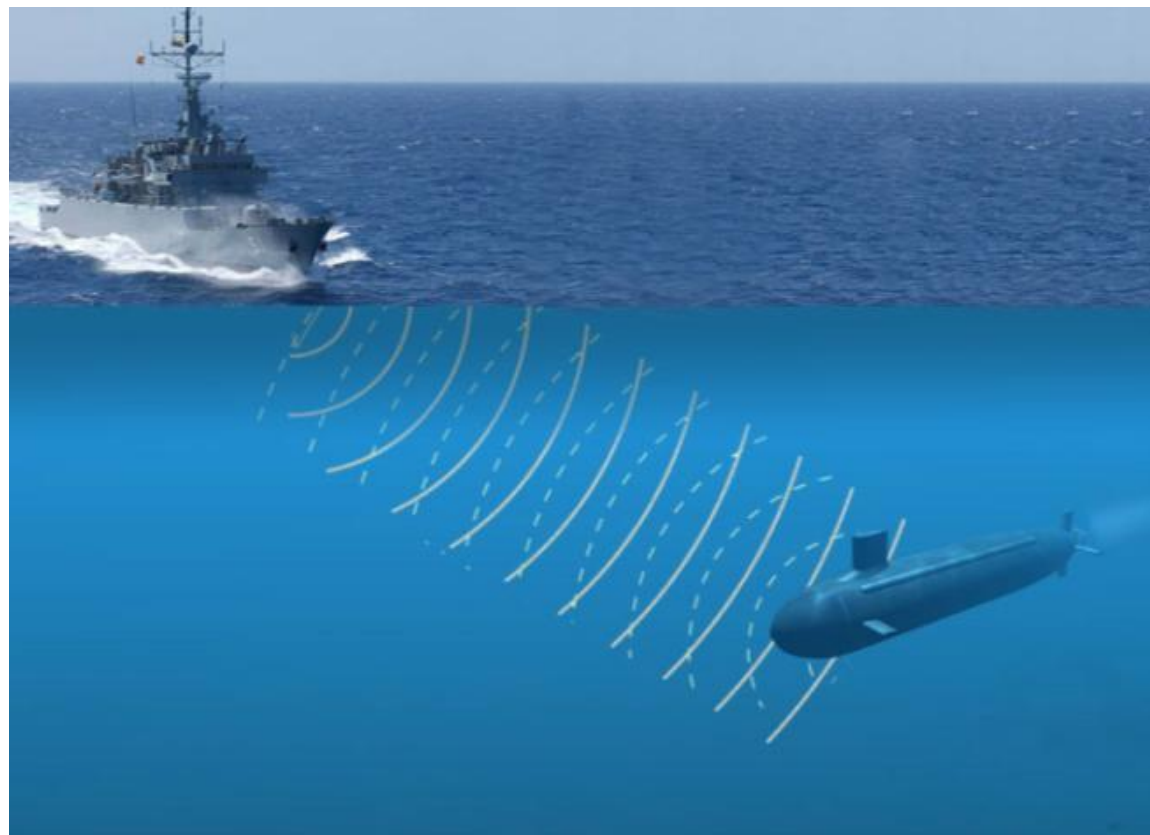
[Imagem: www.mundofisico.joinville.udesc.br]

Fenómenos acústicos

Reflexão

Utilizações da reflexão

Sonar



Fenómenos acústicos

Reflexão

Utilizações da reflexão

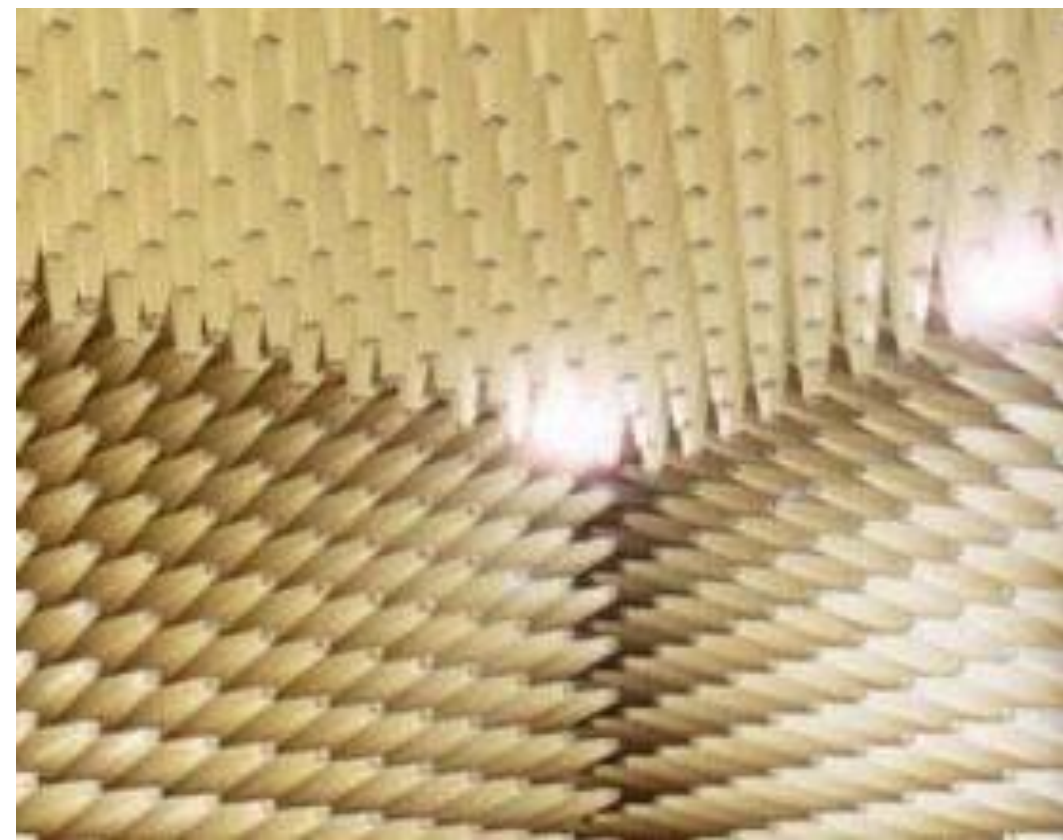
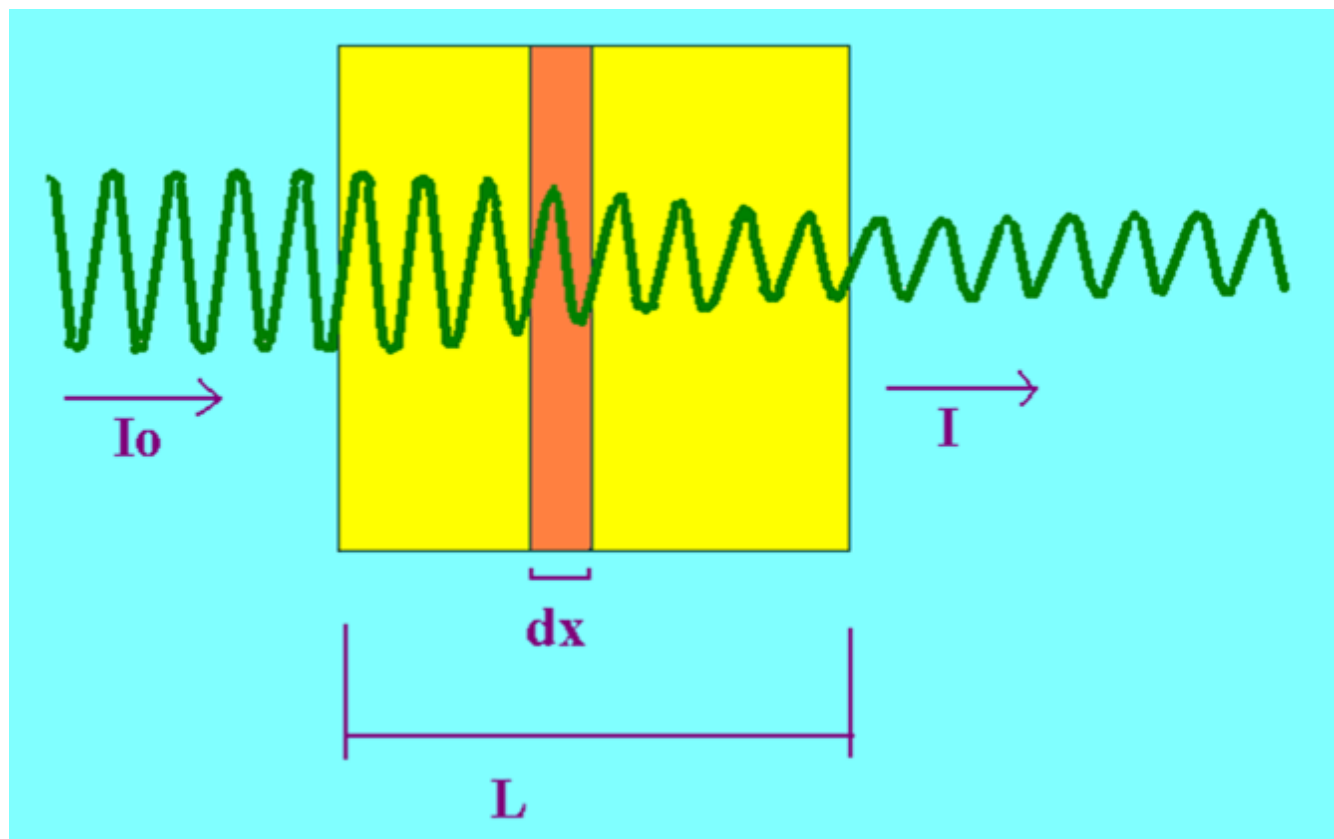
Ecografia



Fenómenos acústicos

Absorção

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

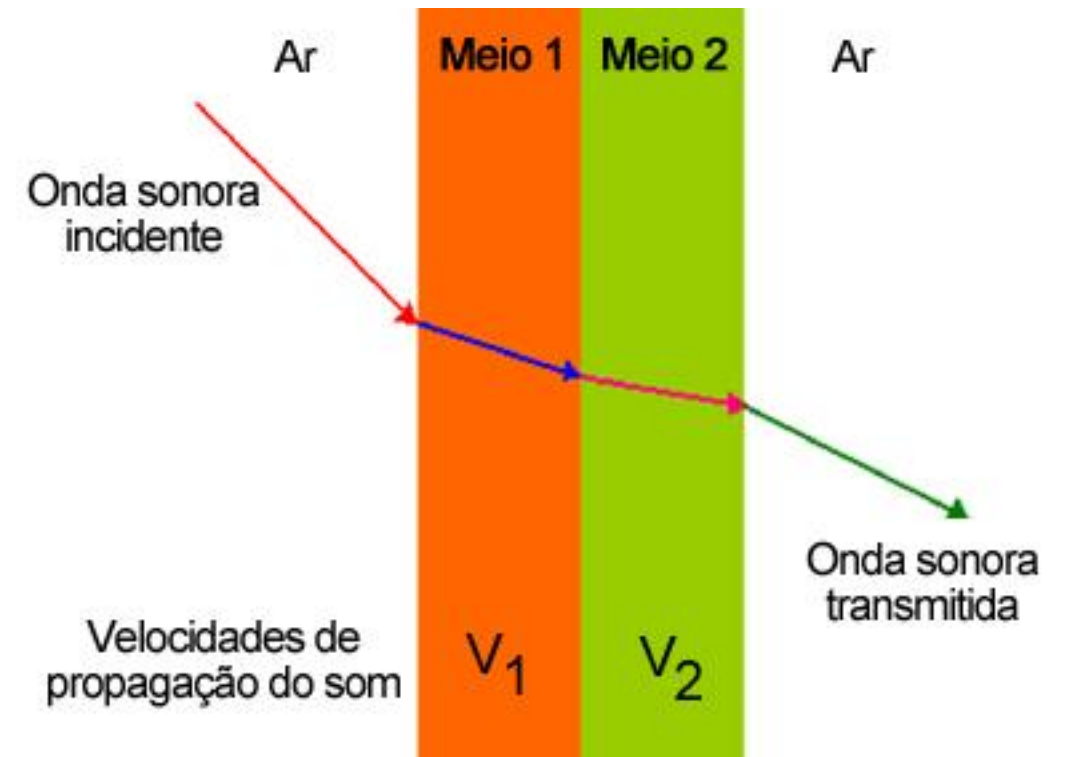


Fenómenos acústicos

Refração

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

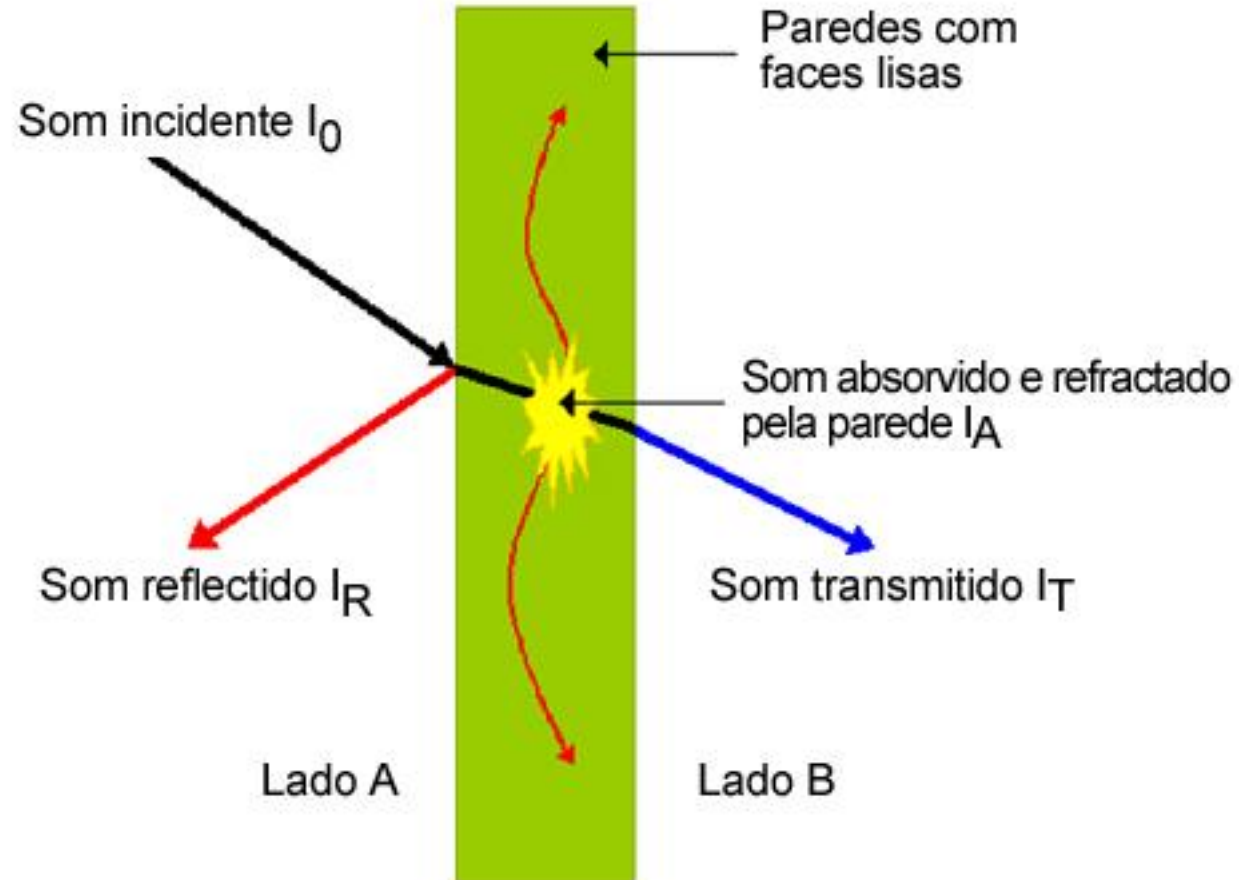
Normalmente também está associada à reflexão e à absorção.



[Como a **frequência de uma onda não se altera**, alterando o meio de propagação, a velocidade de propagação e o comprimento de onda são alterados.]

Fenómenos acústicos

Os três processos podem estar associados.



Essencial

- Identificar o som como uma onda de pressão.
-

Palavras-chave

- Produção de som.
 - Fonte sonora.
 - Silêncio.
 - Intensidade.
 - Altura.
 - Timbre.
 - Espectro sonoro.
 - Reflexão.
 - Absorção.
 - Refração.
-

Bibliografia

- “Aprendizagens Essenciais – Física e Química A – 11º ano”, Ministério da Educação, 2018.
 - 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.
 - C. Rodrigues, C. Santos, L. Miguelote, P. Santos, “Rumo à Física – 11º Ano”, Areal Editores, Porto, 2022.
 - G. Ventura, M. Fiolhais, C. Fiolhais, “11F”, Texto Editores, Lisboa, 2022.
-

Ligações

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