FÍSICA:TERMODINÂMICA, ONDAS E ÓTICA

RESUMO: UNIDADES 5 E 6

Professora Olivia Ortiz John

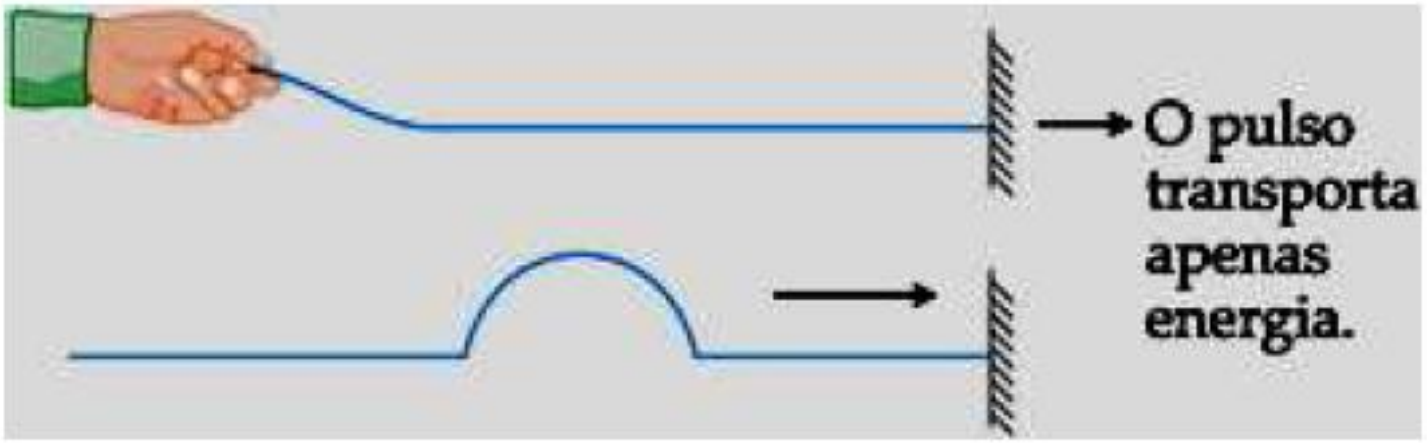
2017

Unidade 5: Ondas e Fenômenos Ondulatórios

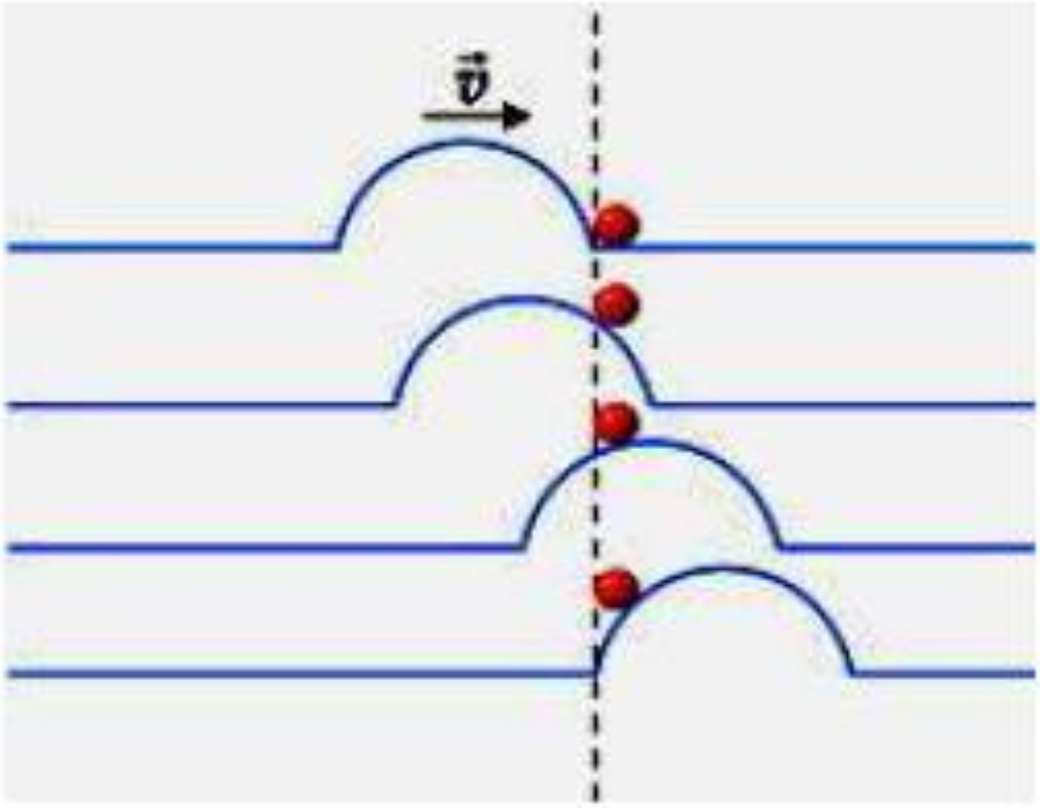
- Definição e classificação das ondas
- Parâmetros que descrevem uma onda
- Ondas em uma corda
- Reflexão e Refração
- Difração
- Interferência

Pulsos

- É uma perturbação dada num meio, que vai se propagar através deste, sem carregar matéria, apenas transportando energia.
- A onda é uma sucessão de pulsos.
- A propriedade fundamental da onda é transportar energia sem transportar matéria.



- Os pontos da corda oscilam, porém não são carregados pelo pulso, como mostra a figura.
- A onda só transporta energia e não transporta matéria.



<u>Propriedade fundamental</u>: Uma onda nunca arrasta o meio material em que se propaga, apenas o faz vibrar.

Exemplos : Um surfista não é levado pela onda do mar e sim pelo excesso de água vibrada por ela em pequenas profundidades.

O som não movimenta o ar atmosférico em que se propaga, apenas o vibra.

Na figura abaixo, observe que o ponto "P" não muda sua posição horizontal a medida que a onda passa por ele e sim vibra verticalmente.

Classificação das ondas

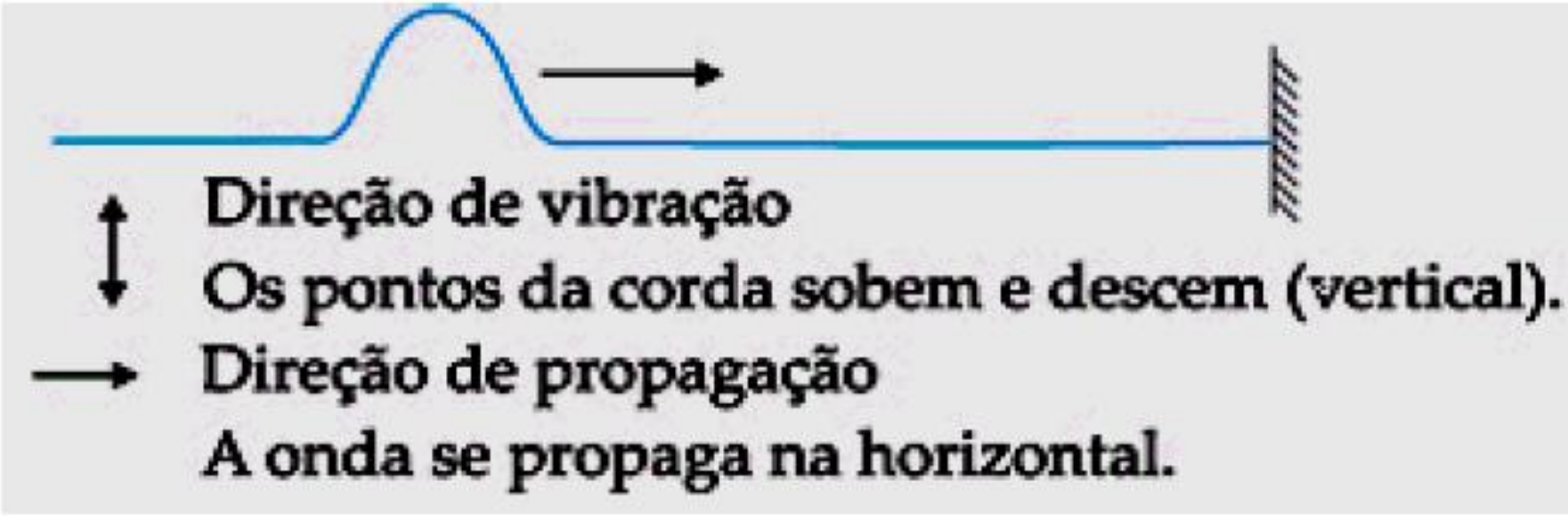
As ondas podem ser classificadas quanto a sua *forma de propagação* ou sua *natureza*.

Quanto a forma de propagação temos:

a) Onda Longitudinal: É a onda que se propaga num meio de forma que a direção de vibração coincide com a direção de propagação. Ex.: som no ar, onda em mola.

b) Onda Transversal: É a onda que se propaga de forma que a sua direção de propagação é perpendicular a direção de vibração.

Ex.: luz, onda na corda.



Quanto a sua natureza temos:

a) **Onda Mecânica:** A onda é dita mecânica, quando só se propaga em meios materiais, de forma a vibrar os pontos deste meio.

   Ela pode ser longitudinal ou transversal.

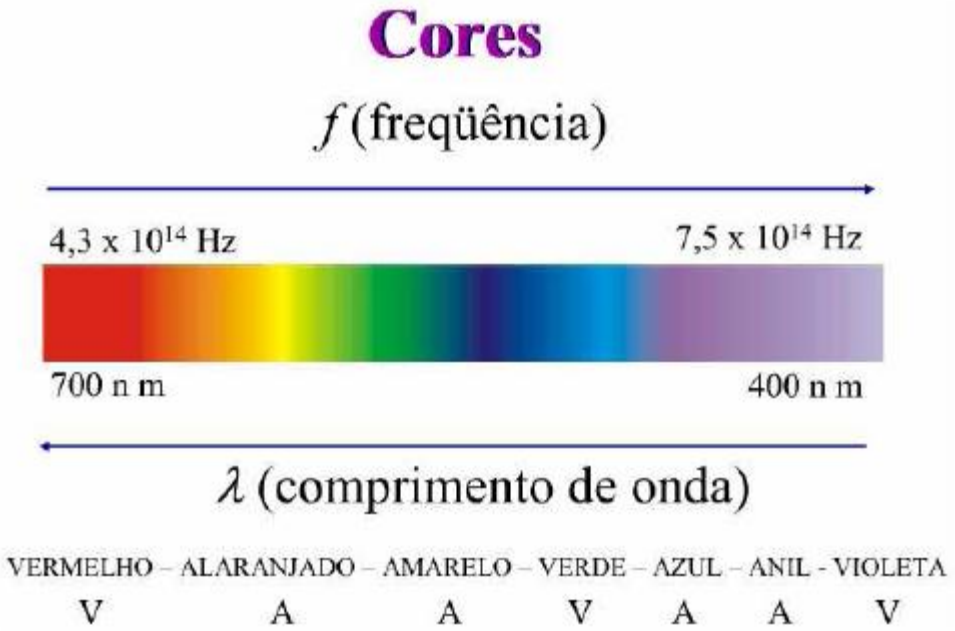
   Ex.: Onda na corda, onda na água, som.

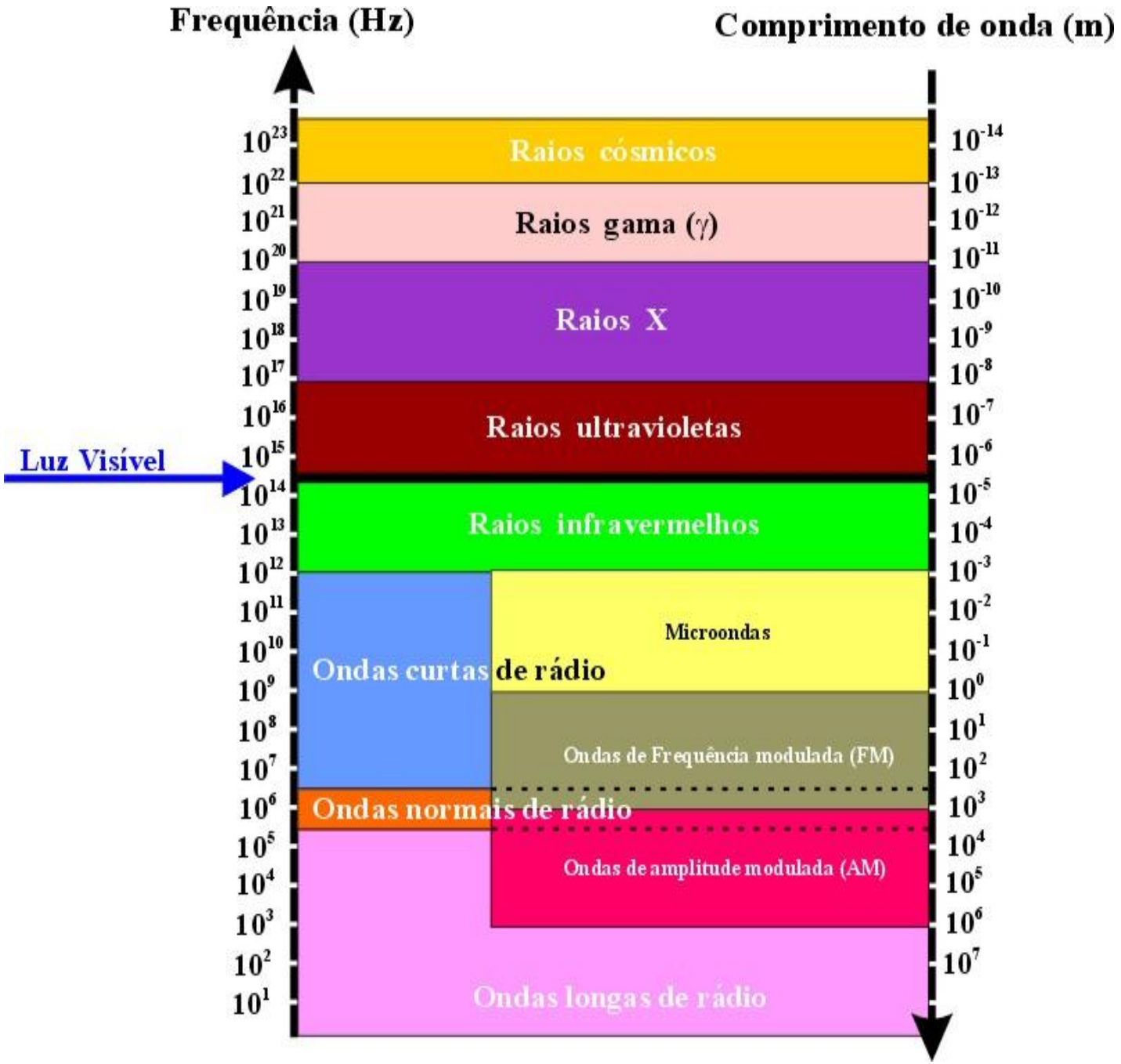
O som é uma onda mecânica.

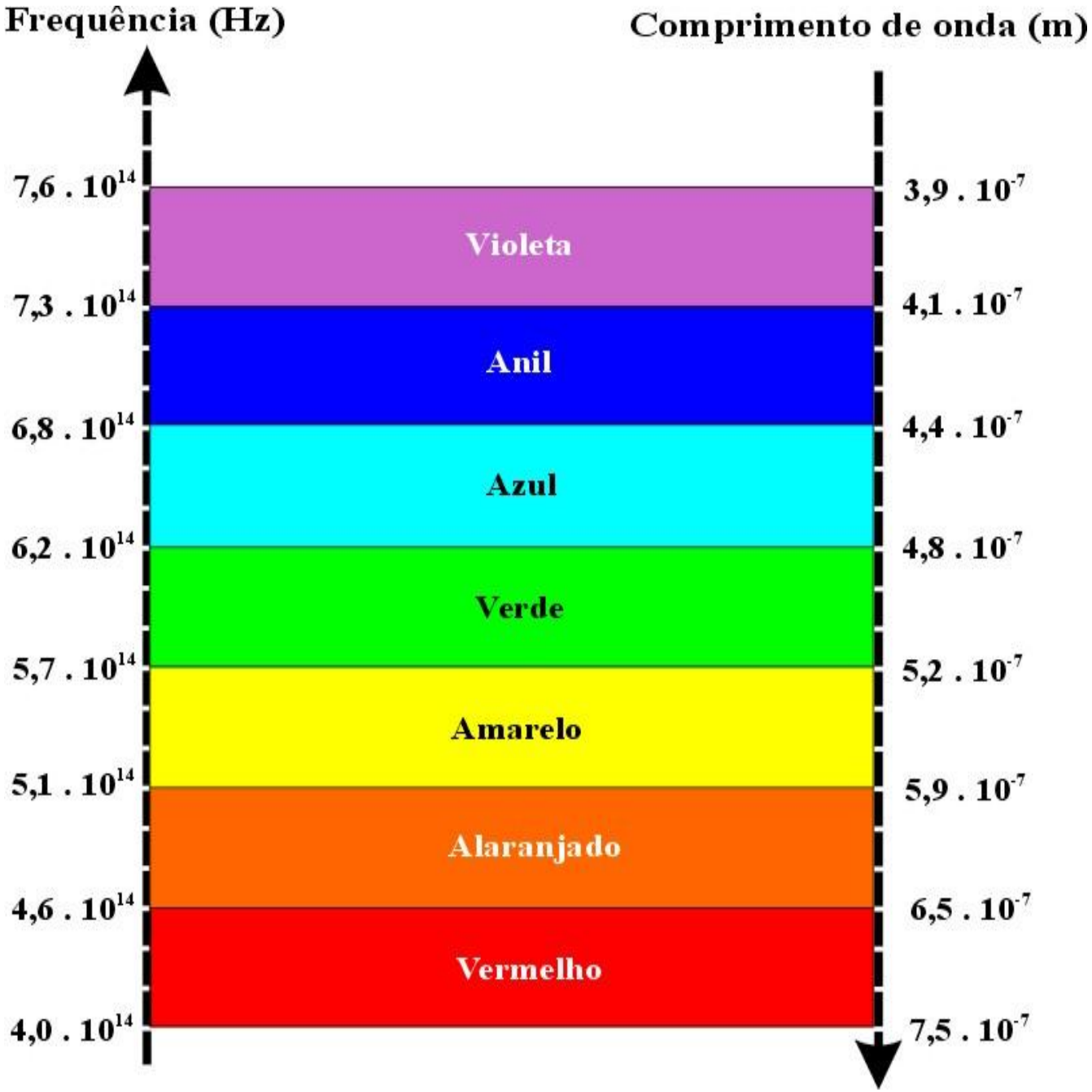
b) Onda Eletromagnética: A onda é dita eletromagnética, quando se propaga tanto no vácuo quanto em certos meios materiais.

Por exemplo: a luz ou as ondas de rádio e TV, que podem propagar-se no vácuo, ar, água, etc.

Ela é somente transversal.

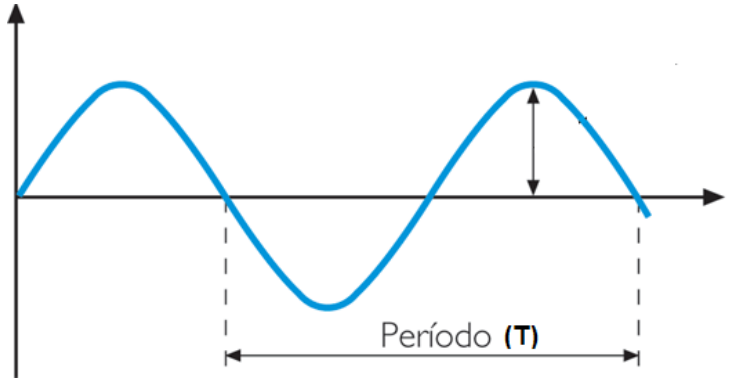


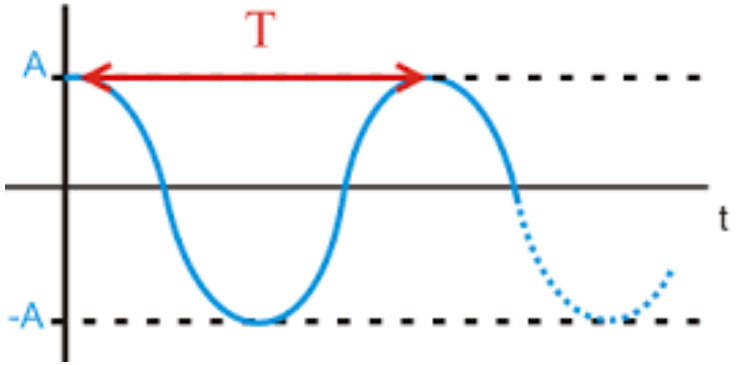

Frequência (Hz)
Comprimento de onda (m)
Raios cósmicos
Raios gama (γ)
Raios X
Raios ultravioletas
Luz Visível
Raios infravermelhos
Microondas
Ondas curtas de rádio
Ondas de Frequência modulada (FM)
Ondas normais de rádio
Ondas de amplitude modulada (AM)
Ondas longas de rádio
10^{23} 10^{22} 10^{21} 10^{20} 10^{19} 10^{18} 10^{17} 10^{16} 10^{15} 10^{14} 10^{13} 10^{12} 10^{11} 10^{10} 10^{9} 10^{8} 10^{7} 10^{6} 10^{5} 10^{4} 10^{3} 10^{2} 10^{1}
10^{-14} 10^{-13} 10^{-12} 10^{-11} 10^{-10} 10^{-9} 10^{-8} 10^{-7} 10^{-6} 10^{-5} 10^{-4} 10^{-3} 10^{-2} 10^{-1} 10^{0} 10^{1} 10^{2} 10^{3} 10^{4} 10^{5} 10^{6} 10^{7}


Frequência (Hz)
Comprimento de onda (m)
7,6 . 10^14
3,9 . 10^-7
Violeta
7,3 . 10^14
4,1 . 10^-7
Anil
6,8 . 10^14
4,4 . 10^-7
Azul
6,2 . 10^14
4,8 . 10^-7
Verde
5,7 . 10^14
5,2 . 10^-7
Amarelo
5,1 . 10^14
5,9 . 10^-7
Alaranjado
4,6 . 10^14
6,5 . 10^-7
Vermelho
4,0 . 10^14
7,5 . 10^-7

Período (T)

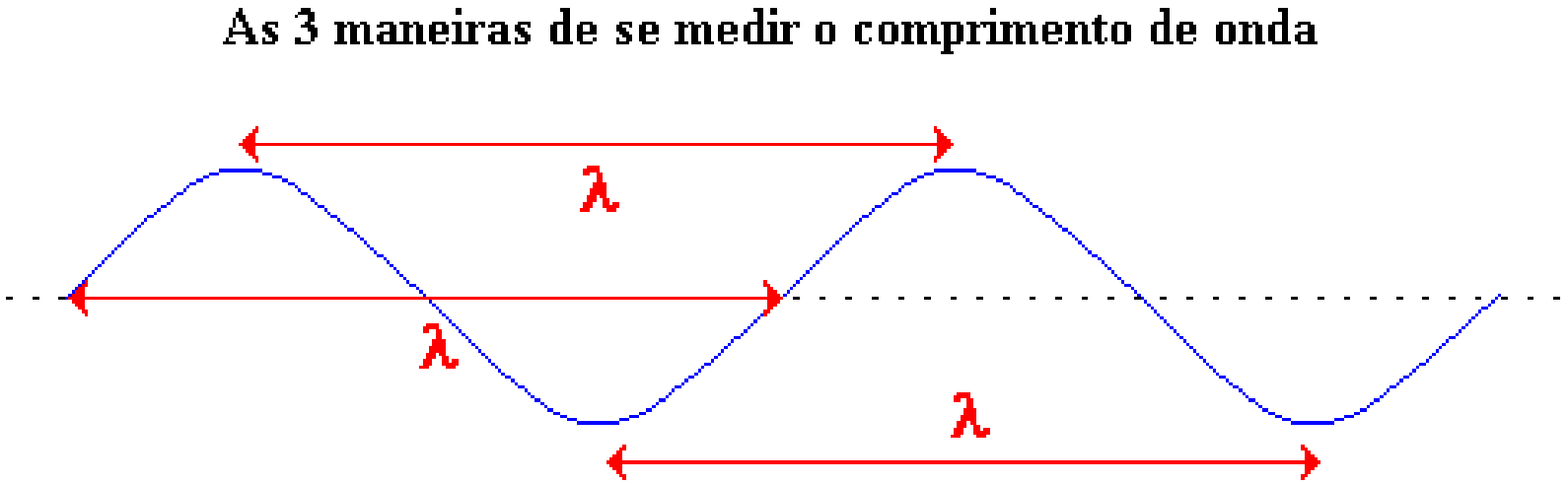
- Chama-se período o intervalo de tempo entre duas perturbações consecutivas.
- O período de uma onda é o tempo necessário para que uma onda seja criada, ou seja, para que um comprimento de onda (λ) seja criado.





Comprimento de Onda (λ)

Chama-se comprimento de onda a distância percorrida pela perturbação, durante um intervalo de tempo igual a um período.



Frequência (*f*)

É o número de perturbações produzidas na unidade de tempo, ou seja:

$$f = \frac{n}{\Delta t}$$

onde: *n* representa o número de oscilações completas e *Δt* o intervalo de tempo.

A frequência representa quantas oscilações completas uma onda executa a cada segundo.

A frequência da onda é a mesma da fonte que a deu origem.

Frequência (*f*)

Para uma oscilação:

$$f = \frac{1}{T}$$

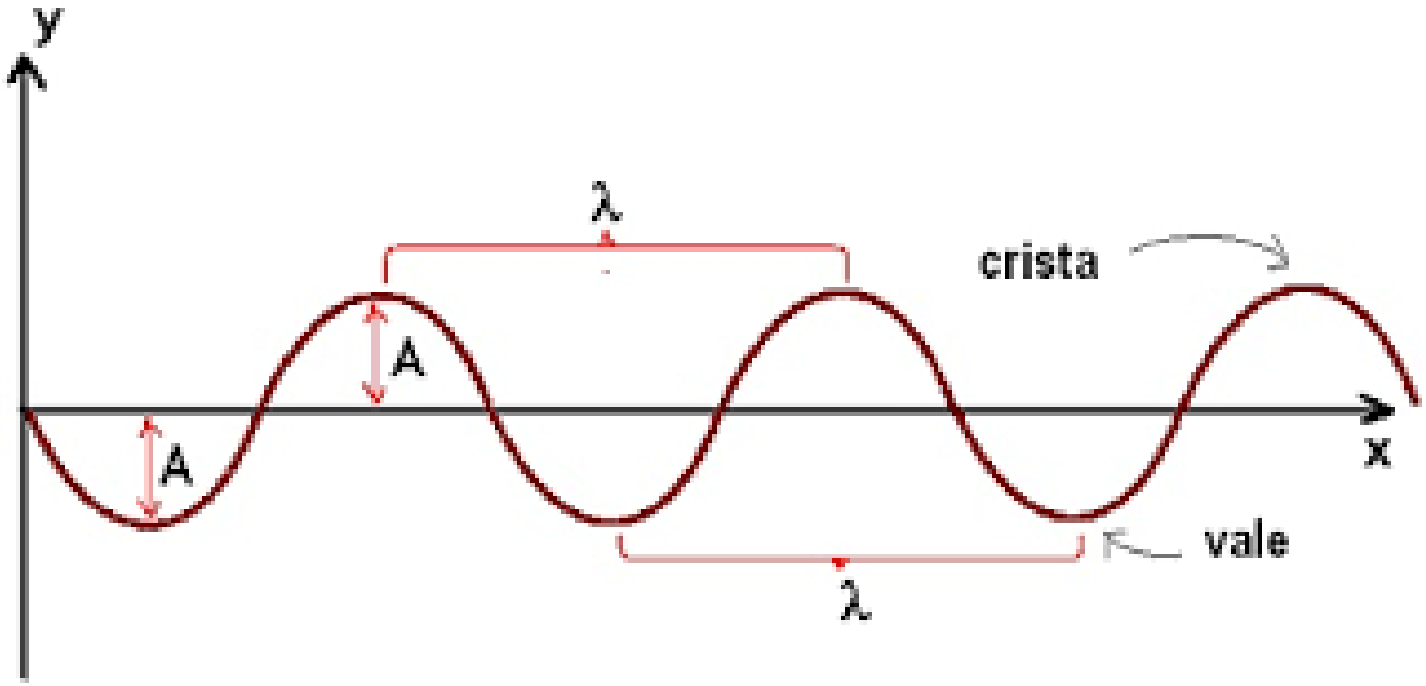
Assim, a frequência é o inverso do período.

Unidade no SI: s^{-1} = Hz

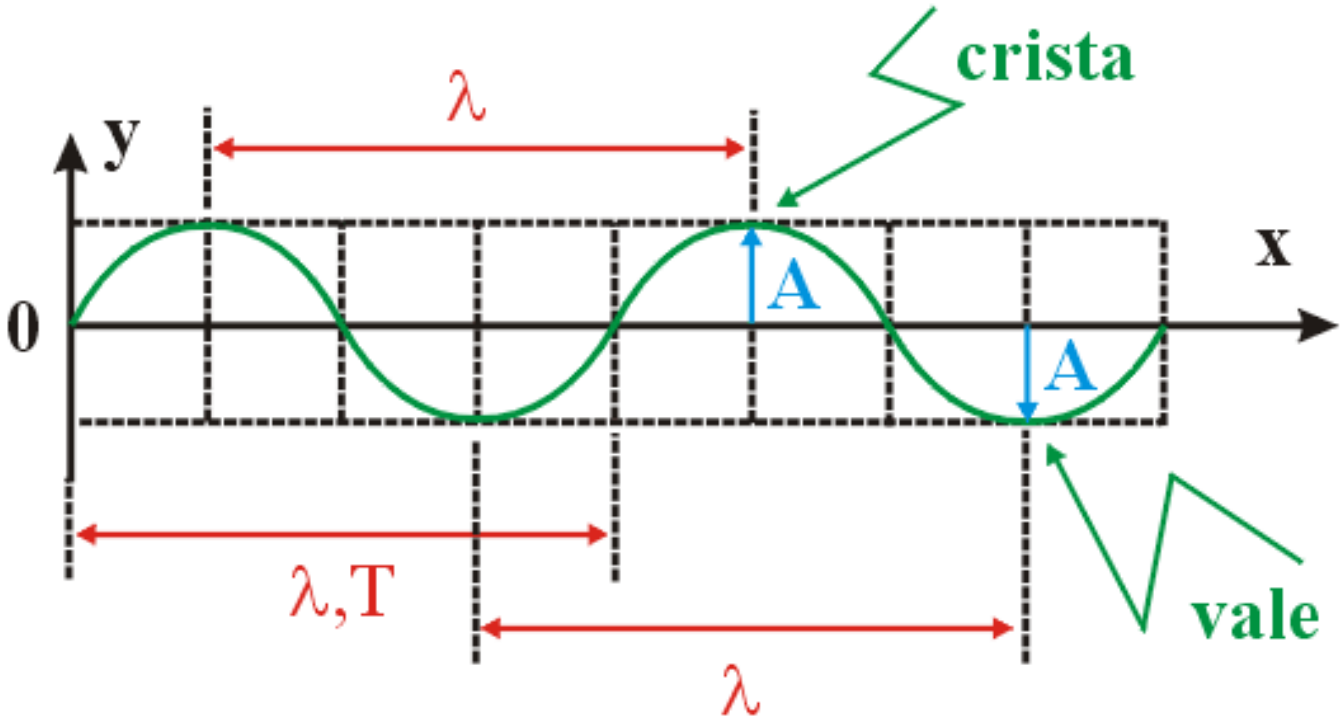
Obs: Hertz (Hz) significa ciclos por segundo.

Amplitude da Onda (A)

É a distância da crista ou vale ao eixo de propagação da onda.

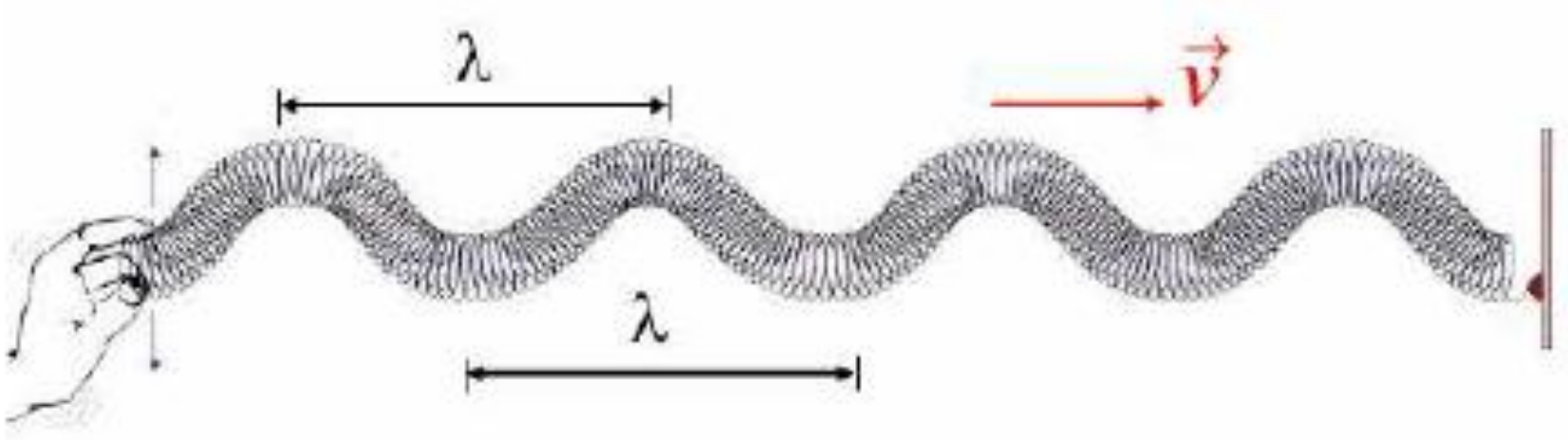


Equação fundamental da ondulatória



$$v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{\lambda}{T} \quad \therefore \quad T = \frac{1}{f} \Rightarrow \boxed{v = \lambda . f}$$

Equação fundamental da ondulatória



$$v = \lambda \cdot f$$

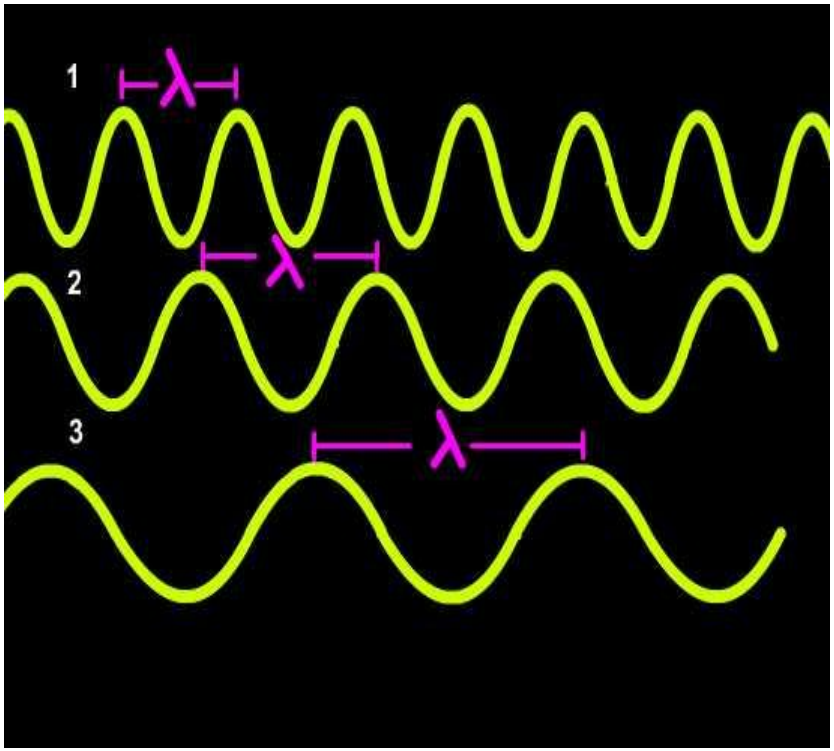
v = velocidade de propagação da onda (m/s)

λ = comprimento da onda (m)

f = frequência da onda (Hz)

De acordo com a equação: $\mathbf{v = \lambda . f}$

o comprimento de onda é inversamente proporcional a sua frequência, como pode ser observado nas três ondas da figura abaixo.



Ondas em uma corda

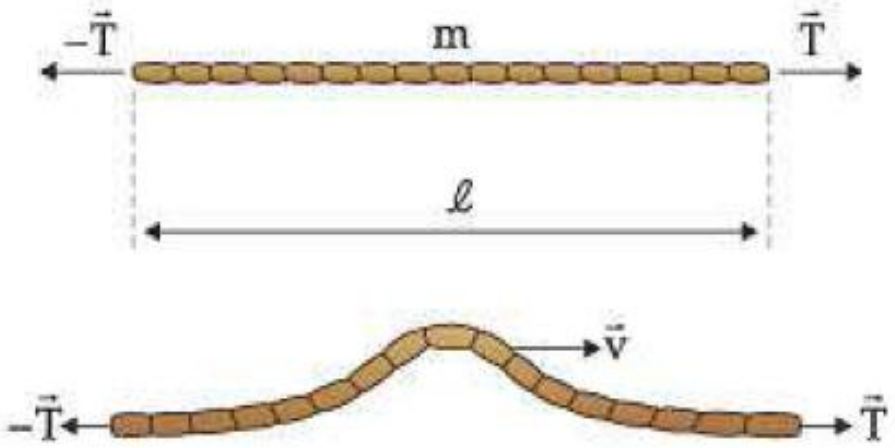
A velocidade de propagação de um pulso em uma corda é dada por:

$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}} \qquad \text{onde:} \qquad \mu = \frac{m}{L}$$

T = tensão na corda em Newton (N) no SI.

μ = densidade linear da corda em (kg/m) no SI.

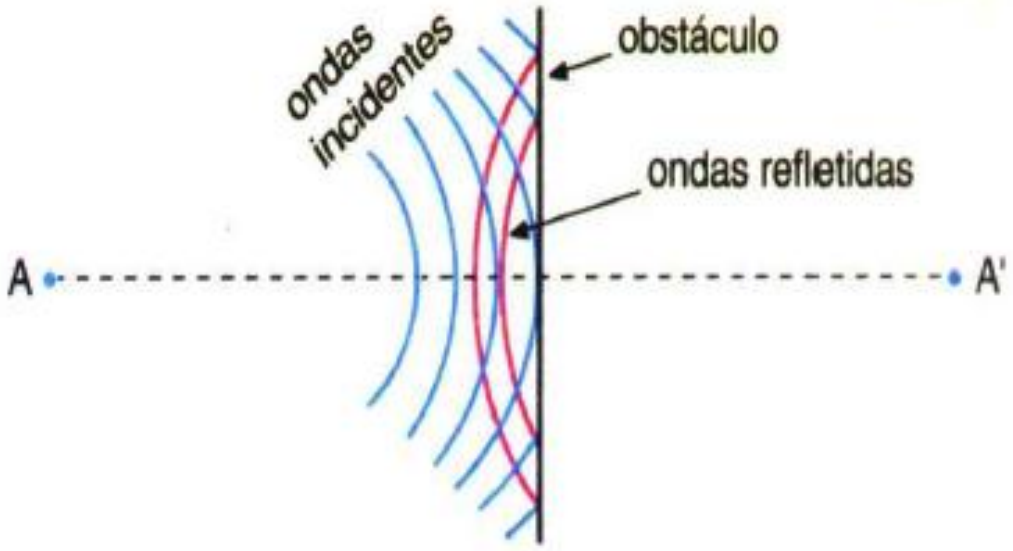
μ = massa / comprimento = m/L



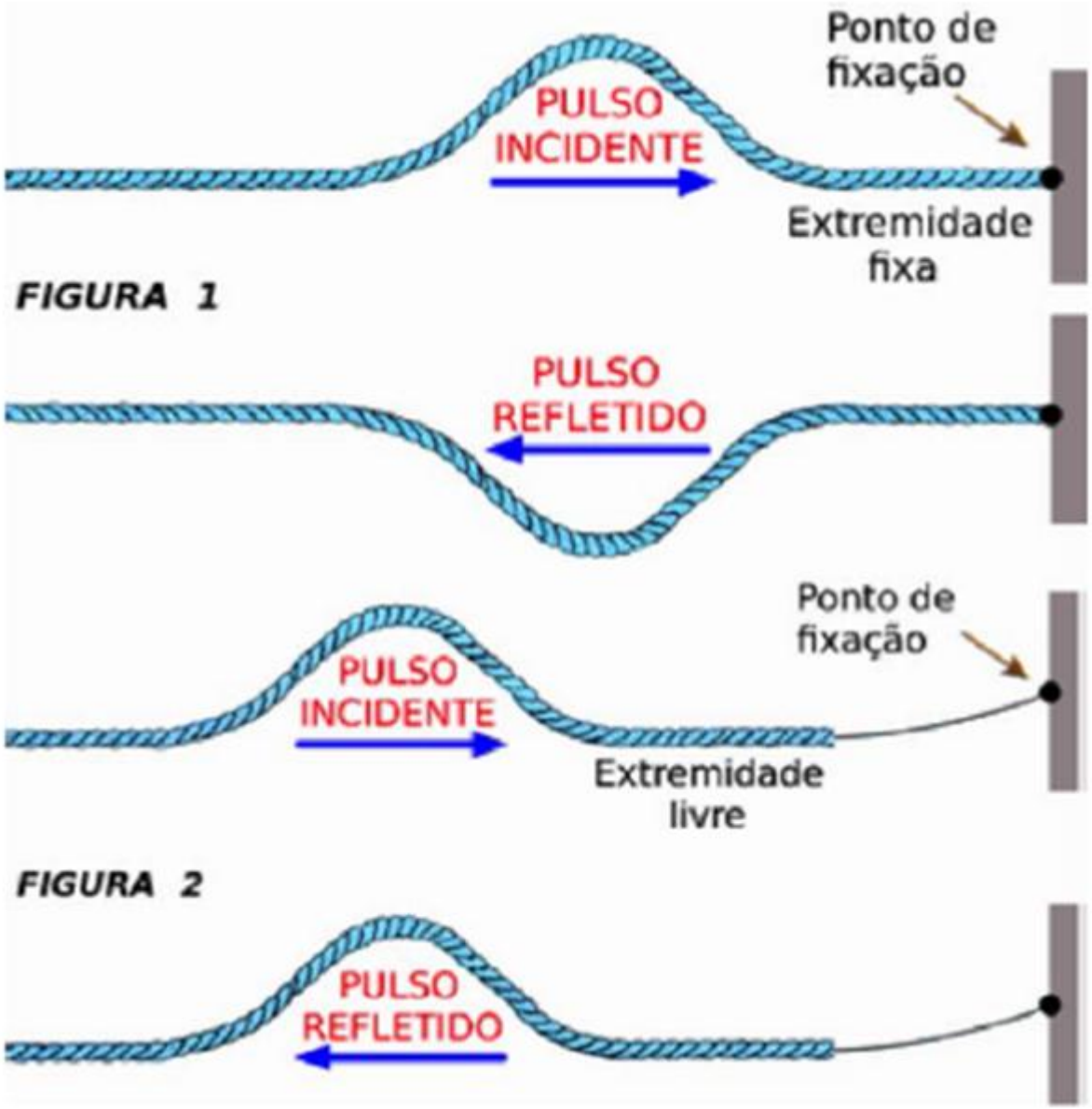
Principais Fenômenos Ondulatórios

Reflexão de ondas

Ocorre quando uma onda encontra um obstáculo plano e retorna ao meio de onde veio. Este é o princípio de funcionamento dos radares.



Reflexão de ondas em cordas



O fenômeno da reflexão pode ocorrer de 2 formas:

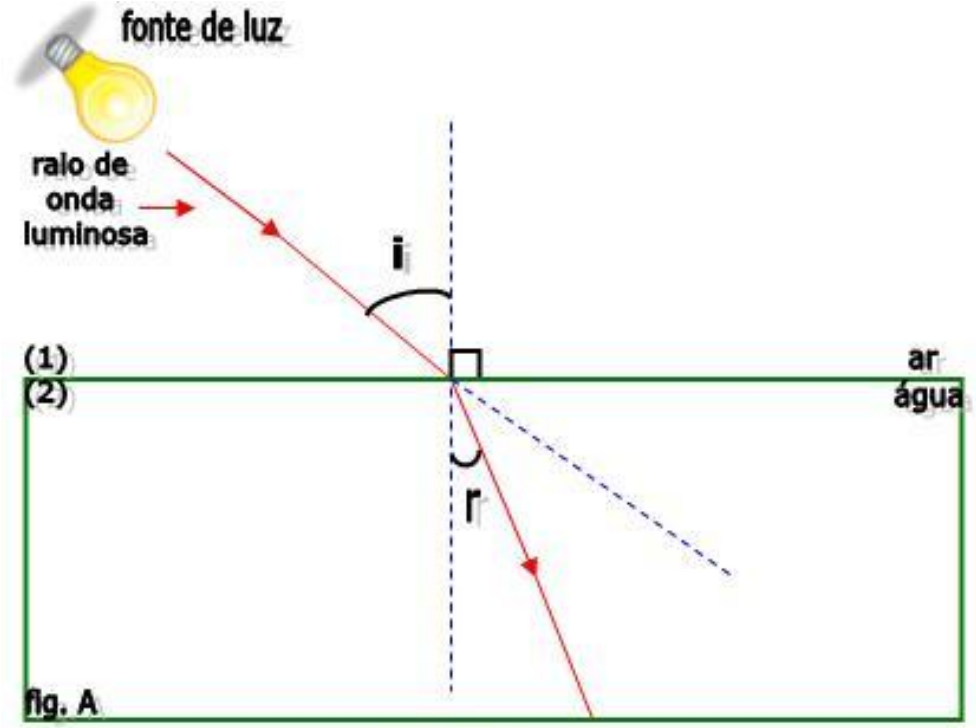
Em um ponto fixo ou em um ponto livre para se mover.

Se o pulso produzido na corda encontra uma extremidade fixa, ao sofrer reflexão ele volta invertido (Figura 1).

Se encontra uma extremidade livre, é refletido sem sofrer inversão (Figura 2).

Refração de ondas

Ocorre quando a onda passa de um meio para outro de características diferentes, sempre ocorrendo uma mudança da velocidade de propagação da onda.



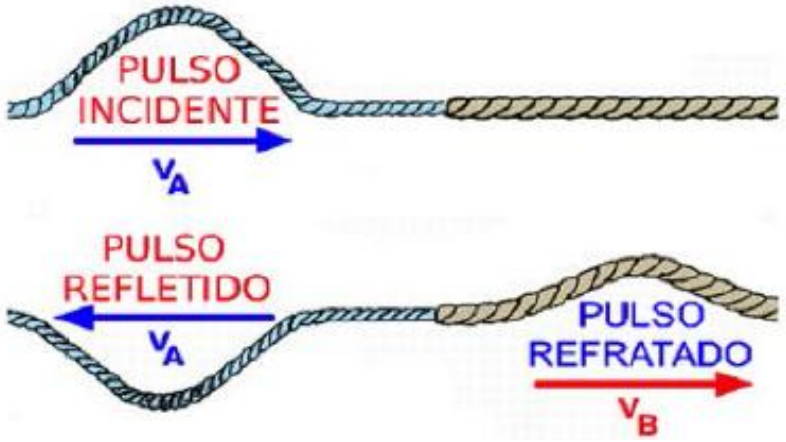
Refração da luz

Reflexão e Refração em Cordas

Se analisarmos um pulso produzido em uma corda fina, ligada a uma corda mais grossa, teremos um pulso refratado na corda mais grossa e um pulso refletido na corda fina.

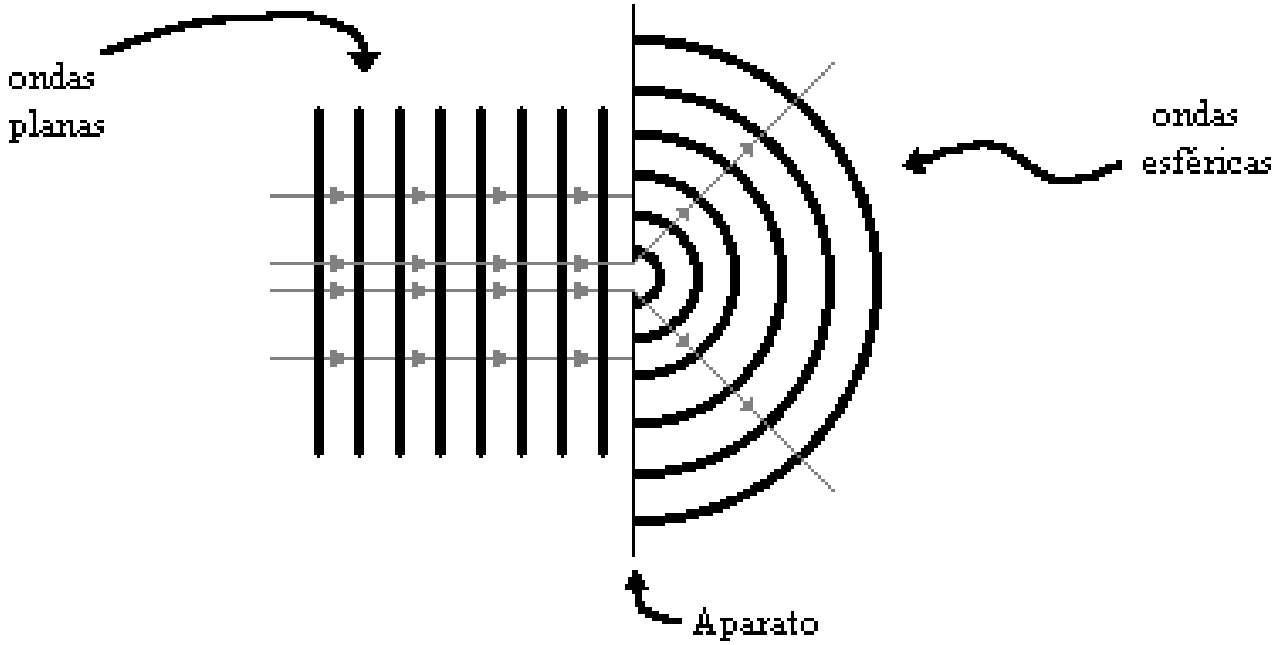
O pulso refratado terá uma velocidade $\mathbf{v_B}$ menor, já que estará em um meio mais denso, e o pulso refletido terá a mesma velocidade $\mathbf{v_A}$, já que estará no mesmo meio.

O pulso refletido sofre uma inversão de fase, já que a corda mais grossa funciona como uma extremidade fixa para ele.



Difração de ondas

É o fenômeno pelo qual uma onda tem a capacidade de superar um obstáculo, ao ser parcialmente interrompido por ele.

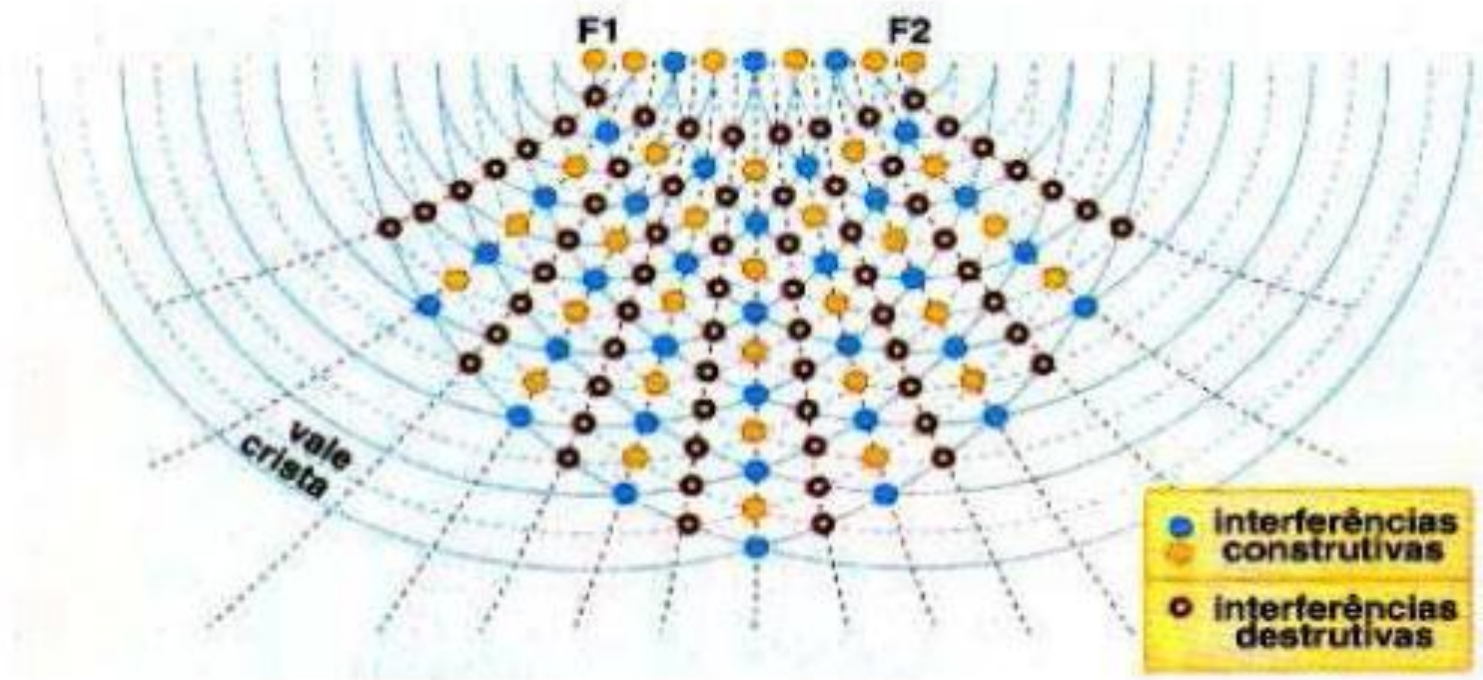


Largura do obstáculo da mesma ordem de grandeza do comprimento de onda.

Interferência

Ocorre quando duas ondas se encontram. Conservam a mesma frequência e mesma amplitude.

As interferências podem ser construtivas ou destrutivas.

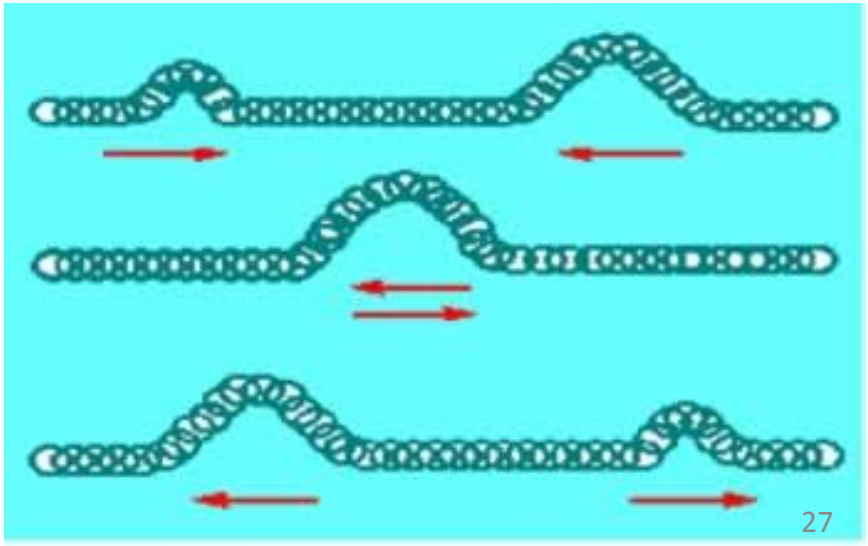


Interferência de ondas em cordas

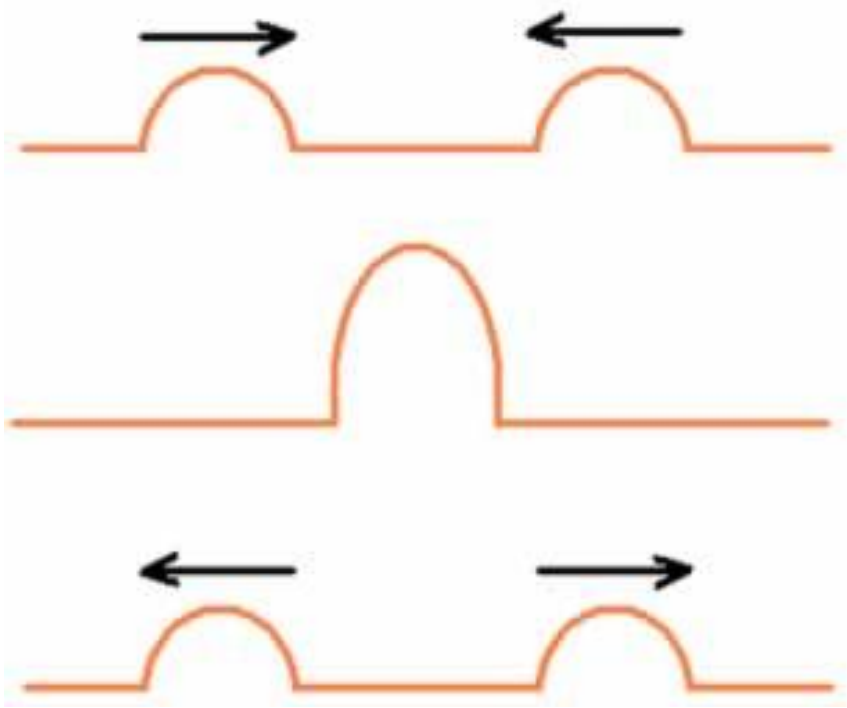
Dois pulsos propagando-se numa mesma corda, em sentidos opostos, encontram-se em um determinado instante, produzindo a interferência.

Segundo o ***Princípio da Superposição de Ondas***, cada ponto da corda tem uma amplitude resultante igual à soma algébrica das amplitudes dos pulsos componentes.

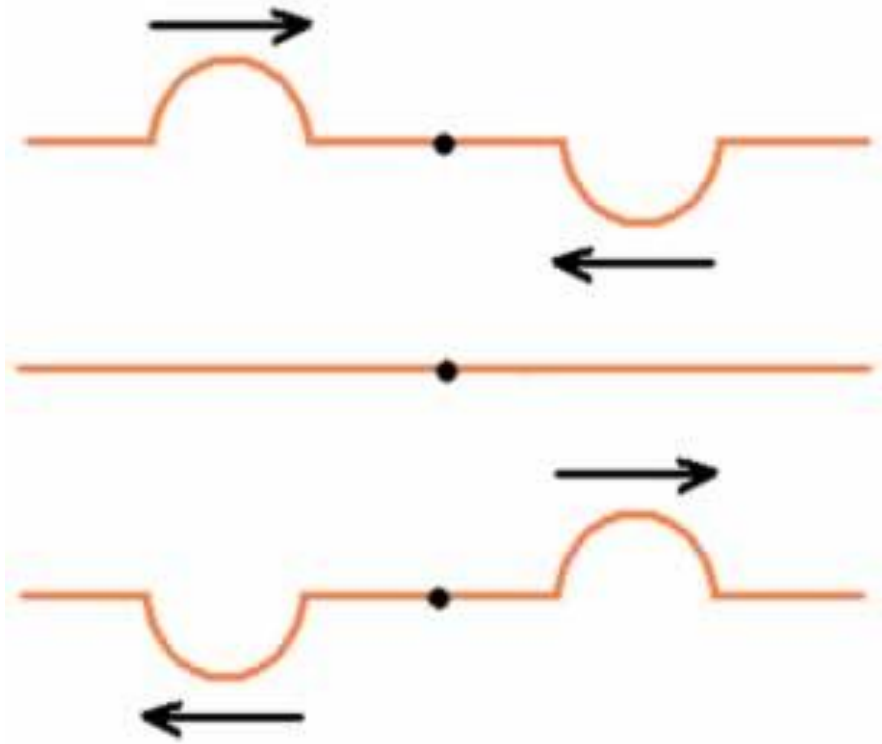
Após o encontro, de acordo com o ***Princípio da Independência das Ondas***, cada pulso continua a se propagar como se nada tivesse ocorrido.



Interferência de ondas em cordas



Interferência construtiva



Interferência destrutiva

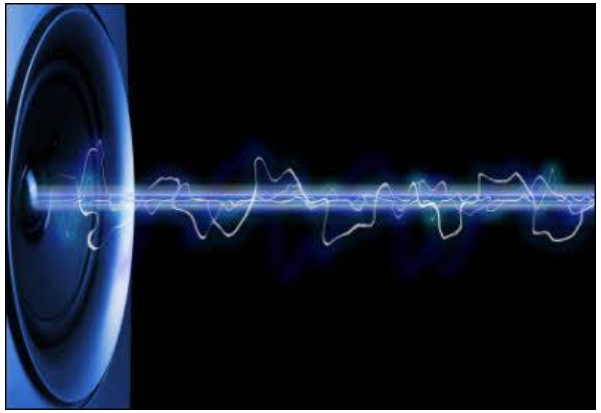
Unidade 6: Ondas Sonoras

- Características das ondas sonoras

- Qualidades fisiológicas do som:
  altura, nível de intensidade e timbre.

- Efeito Doppler

Acústica



Parte da Física que estuda o som.

Para os humanos a capacidade de ouvir se limita entre as frequências de 20 Hz a 20 kHz.

A velocidade do som depende do meio de propagação (sólido, líquido, gás) e da temperatura.

Quanto maior a temperatura, maior a velocidade do som.

$$v = \lambda . f$$

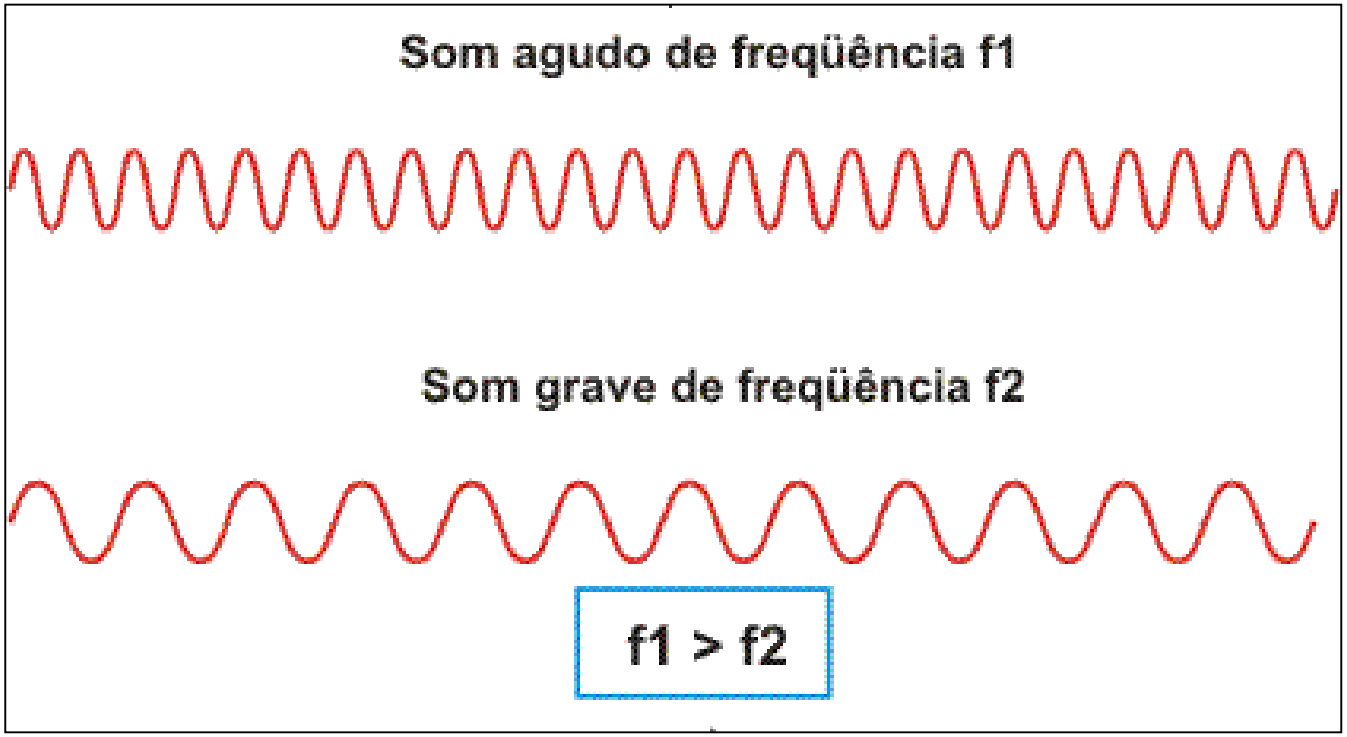
Durante as tempestades, o ruído do trovão chega até nós alguns segundos após a claridade do relâmpago, pois a velocidade do som no ar (cerca de 340 m/s) é bem menor do que a velocidade da luz (3.10^8 m/s).

E quanto maior for a distância do local onde se produzir o ruído maior o intervalo entre este e a claridade do relâmpago.

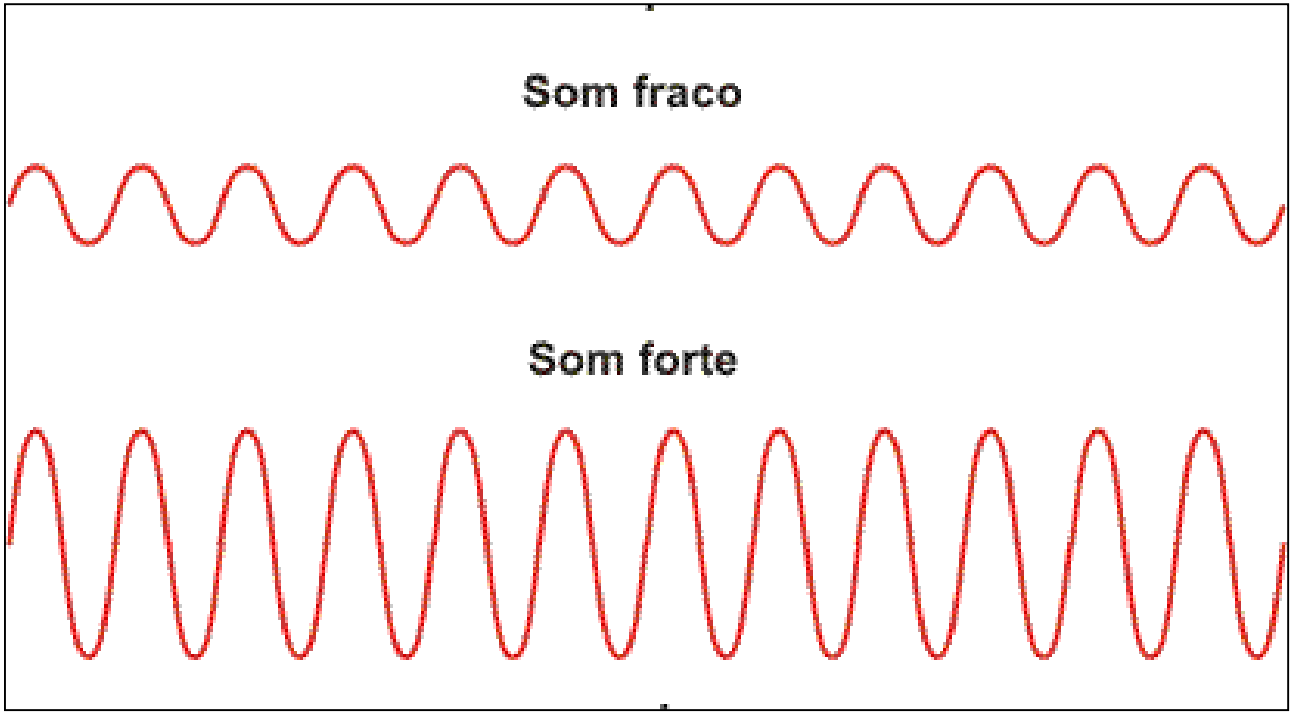
Qualidades Fisiológicas do Som

Altura: depende da frequência.

Quanto maior a frequência, mais agudo e o som.

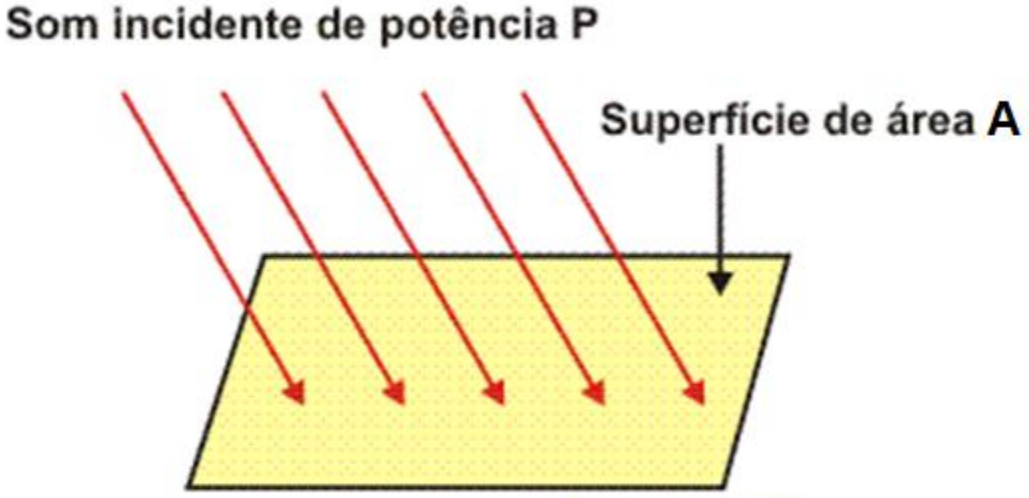


<u>Nível de Intensidade (volume):</u> depende da amplitude do som e permite distingui-lo como som forte ou fraco. É medido em decibel (dB).



Intensidade Sonora (I)

A intensidade de uma onda sonora é calculada como a razão entre a potência mecânica P da onda e a área A onde ela incide.



Intensidade sonora $I = \frac{P}{A}$

Limiar da audição:

$I_o = 10^{-12}$ W / m^2

Limiar da dor:

I = 1 W / m^2

Intensidade Sonora (I)

Em nosso estudo, iremos considerar que a onda se propaga igualmente em todas as direções.

Nessa situação, enquanto o pulso sonoro viaja, a onda irá cobrir a superfície de uma esfera. Assim:

$$I = \frac{P}{A} \qquad \text{onde:} \qquad A = 4\pi r^2$$

Nível Sonoro

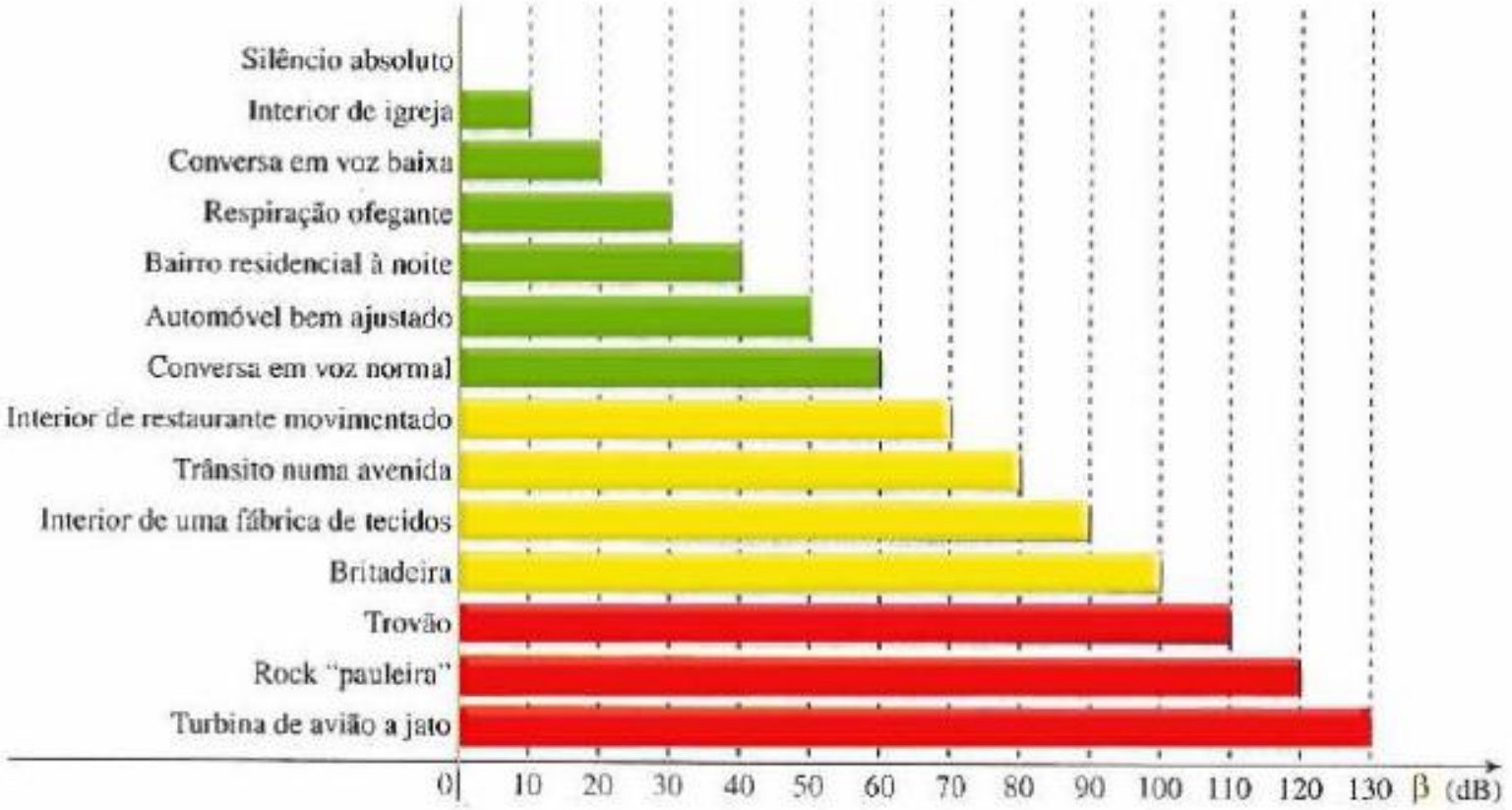
$$\beta = 10.\log\frac{I}{I_0}$$

β(db)

I: Intensidade da onda sonora

Io: Intensidade mínima audível pelo ser humano

$$I_0 = 10^{-12} W/m^2$$



Timbre: Está relacionado a forma da onda.

Permite identificar a diferença entre sons de mesma altura e intensidade.

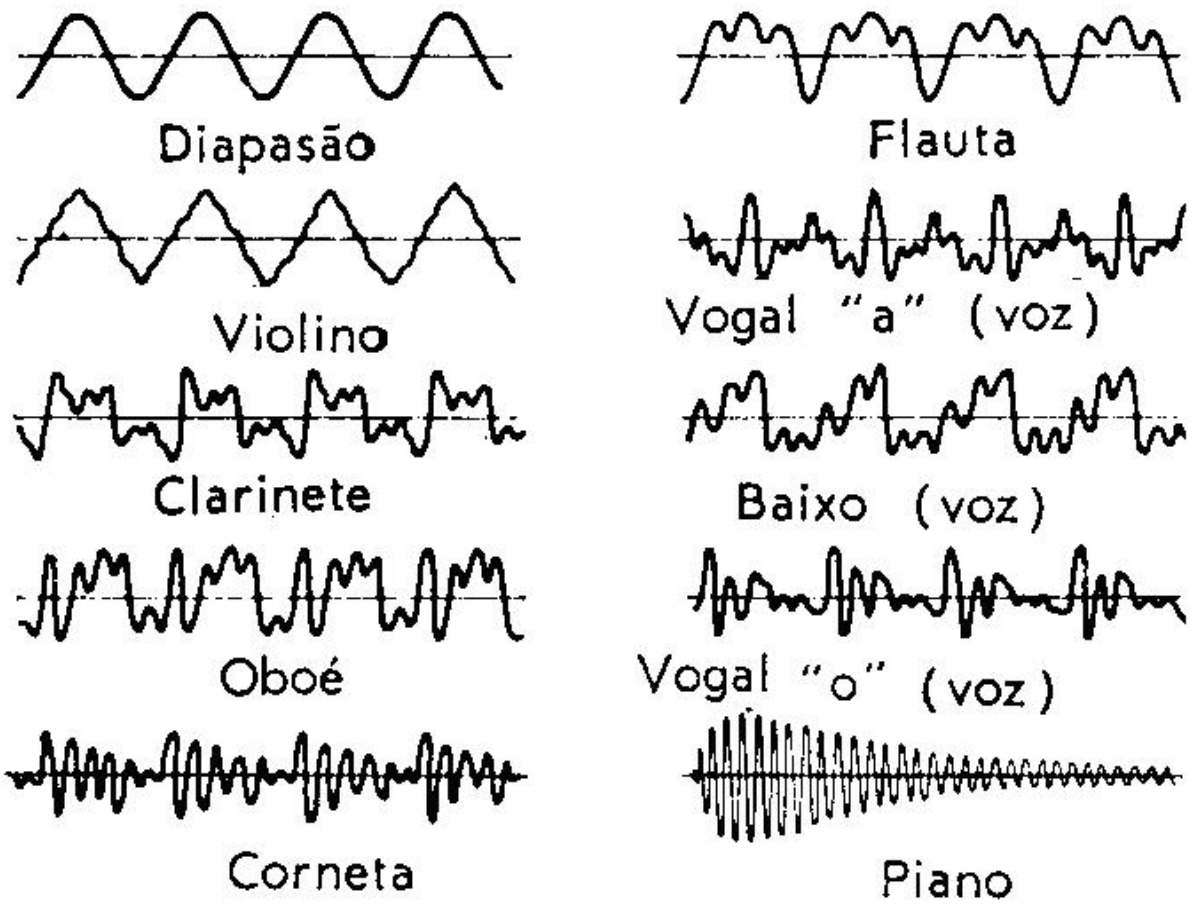


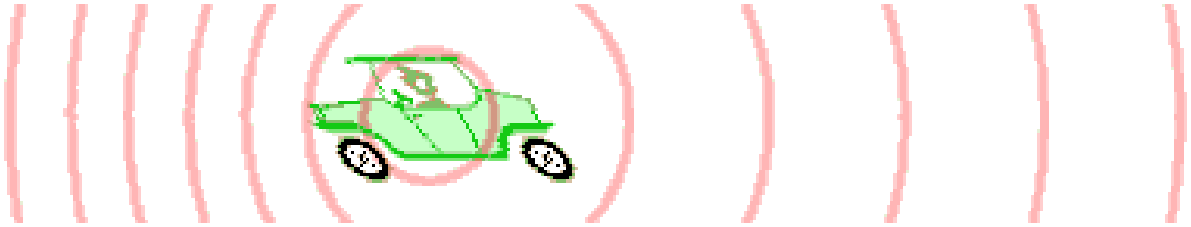
Imagem obtida no site: http://api.ning.com/files/4EB3zlCQ3cbEV2a3pdBK6d-EUdbXXndEtJUR1lk9kbDkbkQOL19mQRKdBt4NlR2mG7U2HjDiY*RlKlEYlGpCAfhjgylY4Bq7/voz2.jpg

Efeito Doppler

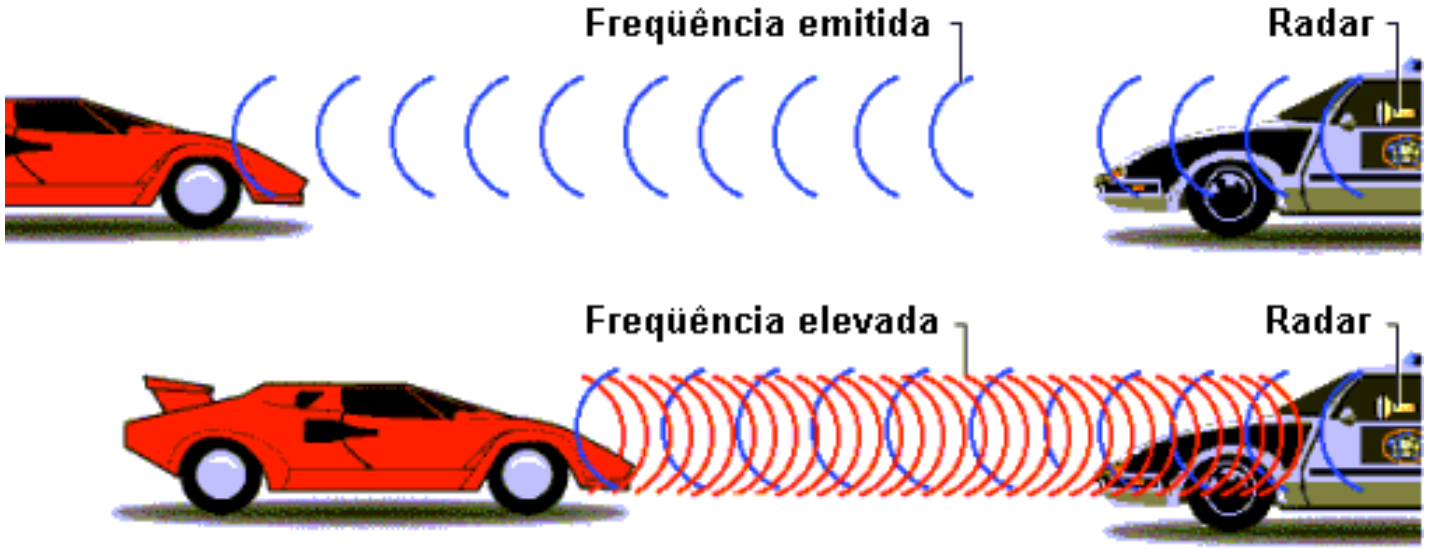
Quando uma fonte sonora se aproxima de um observador parado, nota-se que a frequência do som por ele recebido e maior do que se a fonte estivesse em repouso, e, quando a fonte se afastar do observador parado, a frequência é menor do que se ela estivesse em repouso.

Você pode verificar esse fato ao se posicionar numa rua ou avenida. Preste atenção no barulho do motor dos veículos, ou buzina, ou sirene.

Você vai notar que, na aproximação, o som é mais agudo e, no afastamento, mais grave.



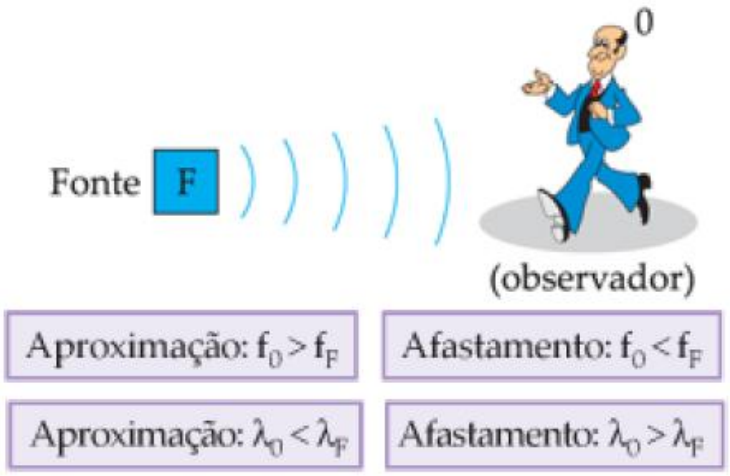
Hoje o efeito Doppler é largamente utilizado em instrumentos de medição, como os sonares dos submarinos , na medição de distâncias e na prospecção geológica, mas não ficou limitado aos fenômenos acústicos, os radares usam o mesmo efeito sobre as ondas eletromagnéticas para detetar obstáculos.

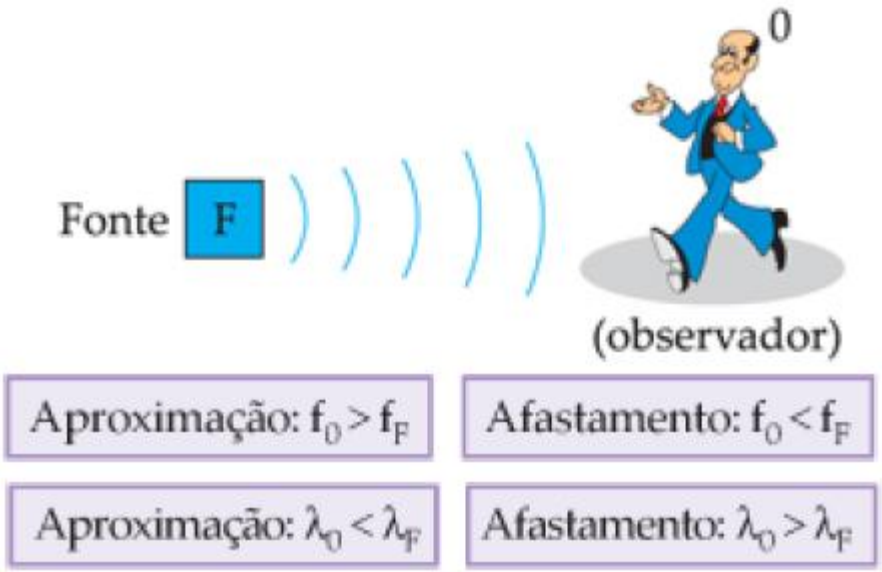


Chamando de f_0 a frequência aparente, isto é, a frequência percebida pelo observador, pode-se concluir que:

- Quando há aproximação entre o observador e a fonte, o observador recebe mais ondas do que receberia se estivesse parado e, neste caso, $f_0 > f_F$.

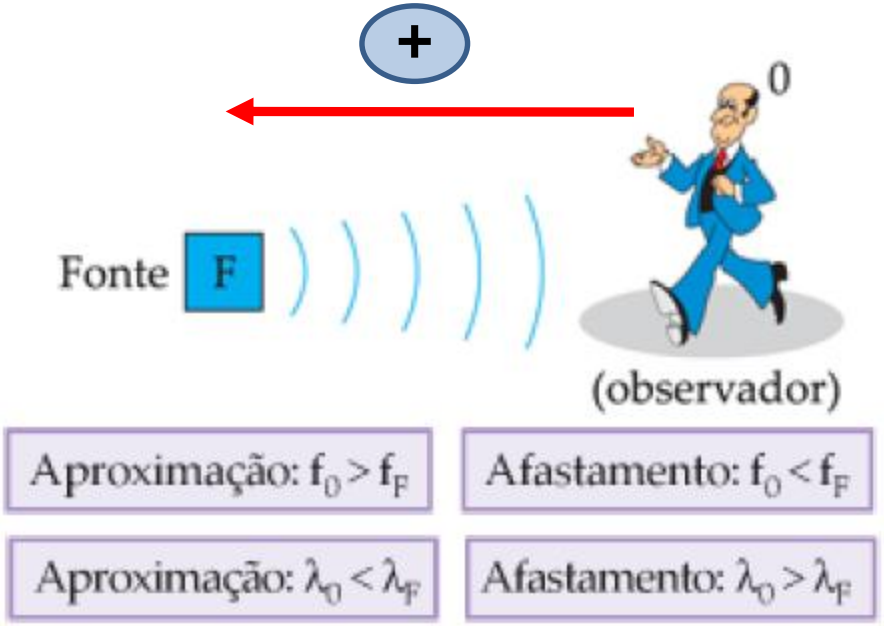
- Quando há afastamento entre o observador e a fonte, o observador recebe menos ondas do que receberia se estivesse parado e, neste caso, $f_0 < f_F$.

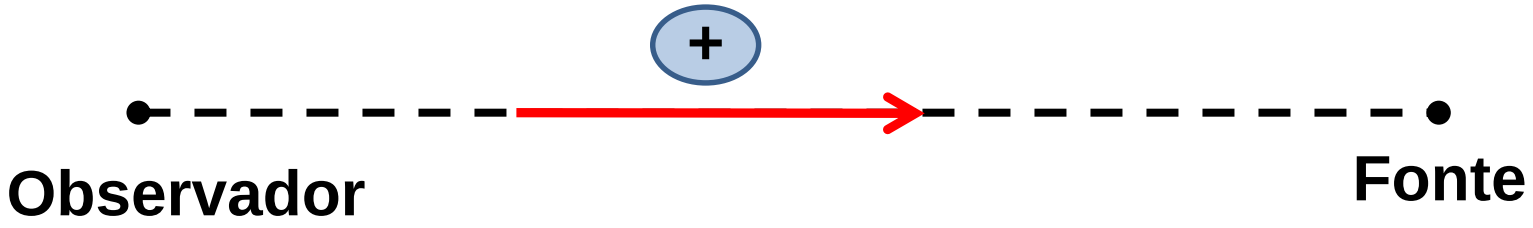




$$\frac{f_o}{v \pm v_o} = \frac{f_F}{v \pm v_F}$$

- f_0: frequência aparente, percebida pelo observador.
- f_F: frequência real do sinal (som) emitido pela fonte.
- v: velocidade do sinal (som).
- v_0: velocidade do observador.
- v_F: velocidade da fonte.



$$\frac{f_o}{v \pm v_o} = \frac{f_F}{v \pm v_F}$$

O sinal + ou – para as velocidades v_0 e v_F é sempre dado orientando-se a trajetória positivamente do observador para a fonte.