

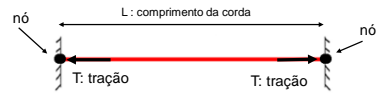
# Cordas e Tubos



Prof. Panosso

## Corda Vibrante

✓ Fio flexível e tracionado, que quando tangido pode emitir sons, ondas estacionárias, chamadas de sons harmônicos. Ex: instrumentos de corda em geral, tais como violão, piano guitarra, harpa...



A velocidade de propagação da onda em uma corda esticada é dada pela equação de Taylor:

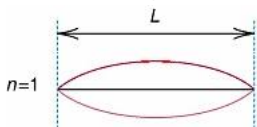
$$v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$$

$\mu \rightarrow$  densidade linear de massa da corda:  $\mu = \frac{m}{L}$

## Sons harmônicos

✓ Uma corda só pode emitir sons harmônicos (ondas estacionárias).

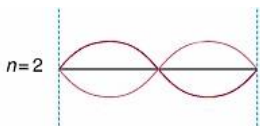
1º harmônico: som fundamental (onda estacionária mais simples, som mais baixo)



1 fuso e 2 nós

$$\lambda_1 = 2L \quad f_1 = \frac{v}{2L}$$

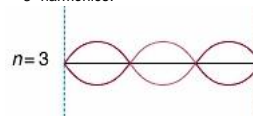
2º harmônico:



2 fuso e 3 nós

$$\lambda_2 = \frac{2L}{2} \quad f_2 = \frac{2v}{2L}$$

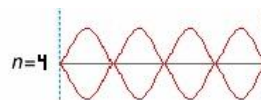
3º harmônico:



3 fuso e 4 nós

$$\lambda_3 = \frac{2L}{3} \quad f_3 = \frac{3v}{2L}$$

4º harmônico:

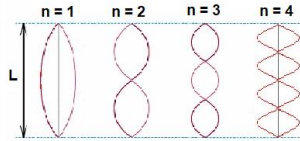


4 fuso e 5 nós

$$\lambda_4 = \frac{2L}{4} \quad f_4 = \frac{4v}{2L}$$

nº harmônico: n fuso e n+1 nós

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} = \frac{\lambda_1}{n} \quad f_n = \frac{nv}{2L} = nf_1$$



✓ Quanto maior a ordem do harmônico, maior a frequência e menor o comprimento de onda do som emitido.



## Tubo sonoro

Tubo cheio de ar (ou gás), a coluna de ar no interior do tubo pode vibrar em determinadas frequências e assim emitir sons. A abertura no tubo por onde o ar começa a ser perturbado é chamada embocadura. Existem 2 tipos de tubo sonoro.

Tubo aberto (os dois lados são abertos) a onda entra por uma extremidade e sai pela extremidade oposta.

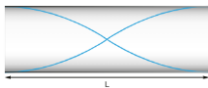
Tubo fechado (um lado aberto e outro fechado): a onda entra por uma extremidade e sai por ela mesma.



## Harmônicos (tubo aberto)

✓ Um tubo só pode emitir sons harmônicos (ondas estacionárias).

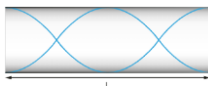
1º harmônico: som fundamental (onda estacionária mais simples, som mais baixo)



1 fuso e 1 nós

$$\lambda_1 = 2L \quad f_1 = \frac{v}{2L}$$

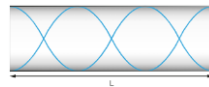
2º harmônico:



2 fusos e 2 nós

$$\lambda_2 = \frac{2L}{2} \quad f_2 = \frac{2v}{2L}$$

3º harmônico:



3 fusos e 3 nós

$$\lambda_3 = \frac{2L}{3} \quad f_3 = \frac{3v}{2L}$$

nº harmônico:



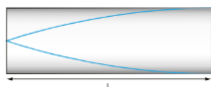
n fusos e n nós

$$\lambda_n = \frac{2L}{n} = \frac{\lambda_1}{n}$$

$$f_n = \frac{nv}{2L} = nf_1$$

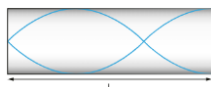
## Harmônicos (tubo fechado)

1º harmônico: som fundamental (onda estacionária mais simples, som mais baixo)



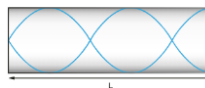
$$\begin{aligned} &1/2 \text{ fuso e 1 nós} \\ \lambda_1 &= 4L & f_1 &= \frac{v}{4L} \end{aligned}$$

3º harmônico:



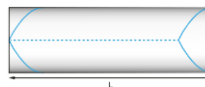
$$\begin{aligned} &3/4 \text{ fusos e 2 nós} \\ \lambda_3 &= \frac{4L}{3} & f_3 &= \frac{3v}{4L} \end{aligned}$$

5º harmônico:



$$\begin{aligned} &5/4 \text{ fusos e 3 nós} \\ \lambda_5 &= \frac{4L}{5} & f_5 &= \frac{5v}{4L} \end{aligned}$$

nº harmônico:



n/4 fusos e n nós

$$\lambda_n = \frac{4L}{n} = \frac{\lambda_1}{n}$$

$$f_n = \frac{nv}{4L} = nf_1$$

n só pode ser ímpar!