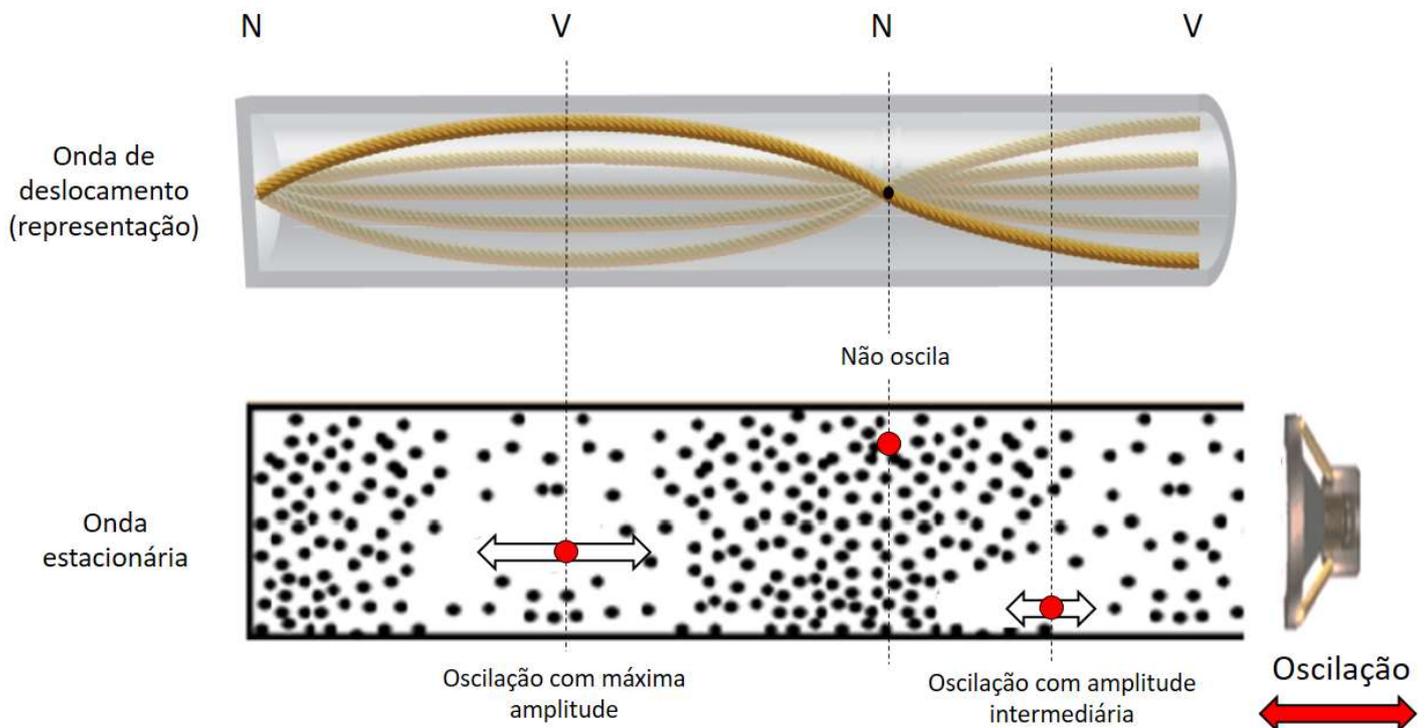
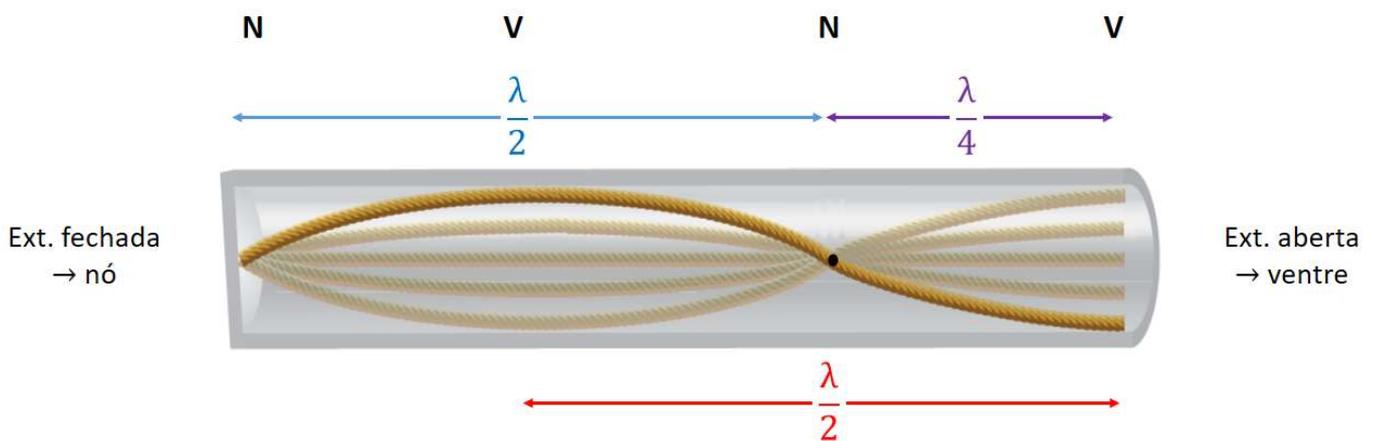


## Aula 54 - TUBOS SONOROS

### 1. Tubo sonoro: representação por meio de onda deslocamento



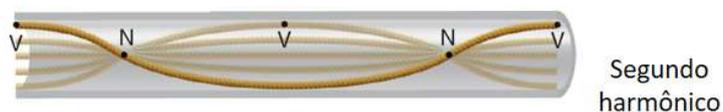
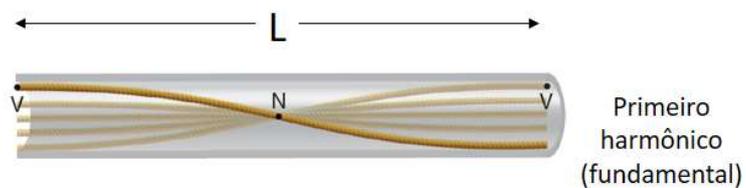
### 2. Tubo sonoro: nós, ventres e comprimento de onda



- N: nó → interferência destrutiva
- V: ventre → interferência construtiva

### 3. Tubo aberto (duas extremidades abertas)

$$n = 1, 2, 3, 4 \dots$$



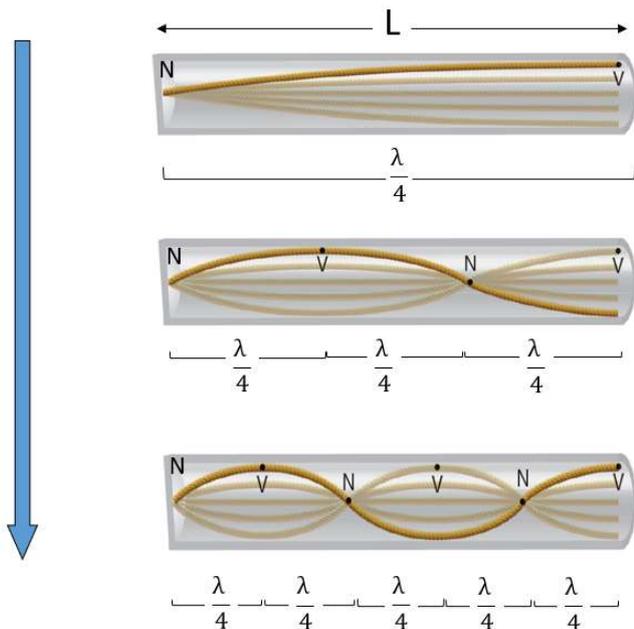
Os harmônicos também são denominados modos normais / naturais de oscilação do sistema ou frequências de ressonância.

Somente ocorrerá a formação dos harmônicos quando a fonte oscilar em umas das frequências naturais do sistema:

$$f_n = (n) \frac{v}{2L} \quad (n = 1, 2, 3, 4 \dots)$$

Nesses casos, o ar e a fonte estarão em ressonância.

#### 4. Tubo fechado (uma extremidade aberta e outra fechada)



f : aumenta  
V: constante  
λ: diminui

Primeiro  
harmônico  
(fundamental)  
n = 1

Terceiro  
harmônico  
n = 3

Quinto  
harmônico  
n = 5

n = 1, 3, 5, 7 ... (ímpar)

$$L = (1) \cdot \frac{\lambda_1}{4} \Rightarrow \lambda_1 = \frac{4L}{(1)}$$

$$L = (3) \cdot \frac{\lambda_3}{4} \Rightarrow \lambda_3 = \frac{4L}{(3)}$$

$$L = (5) \cdot \frac{\lambda_5}{4} \Rightarrow \lambda_5 = \frac{4L}{(5)}$$

$$L = (n) \cdot \frac{\lambda_n}{4} \Rightarrow \lambda_n = \frac{4L}{(n)}$$

$$f_n = \frac{V}{\lambda_n} \Rightarrow f_n = \frac{V}{\frac{4L}{(n)}} \Rightarrow f_n = (n) \frac{V}{4L}$$

Os harmônicos também são denominados modos normais / naturais de oscilação do sistema ou frequências de ressonância.

Somente ocorrerá a formação dos harmônicos quando a fonte oscilar em umas das frequências naturais do sistema:

$$f_n = (n) \frac{V}{4L} \quad (n = 1, 3, 5, 7 \dots)$$

Nesses casos, o ar e a fonte estarão em ressonância.