

## **Roteiro III**

# **VELOCIDADE DO SOM NO AR, TUBO DE RESSONÂNCIA (ÁGUA)**

### **OBJETIVOS DO EXPERIMENTO**

Estudar o fenômeno da ressonância e a produção de ondas estacionárias determinando-se a velocidade do som no ar, assim como a frequência de vibração de um diapasão desconhecido.

### **INTRODUÇÃO**

Quando uma onda sonora propaga-se em um meio homogêneo, há uma relação entre o comprimento de onda  $\lambda$ , a frequência  $f$  e a velocidade  $v$ , tal que:

$$v = \lambda f \quad (1)$$

e logo, medindo-se o comprimento de onda de um som no ar com frequência conhecida, pode-se calcular a velocidade de propagação desse som.

Quando essas ondas estão confinadas num espaço, num tubo de PVC ou outro material, por exemplo, as reflexões nas extremidades fazem com que existam ondas deslocando-se em direções opostas que acabam se superpondo. Nos tubos sonoros existem certas frequências para as quais a superposição provoca uma onda estacionária. No caso de um tubo com uma extremidade fechada e outra aberta teremos as ressonâncias descritas na Fig. 1. A extremidade aberta corresponde a um anti-nodo (ou

---

ventre) e a extremidade fechada a um nodo. Assim, o comprimento efetivo  $L$  de um tubo sonoro corresponde a:

$$L = \frac{n\lambda}{4}, \text{ para } n = 1, 3, 5, 7, \dots \quad (2)$$

Nesse experimento usaremos um tubo como o da Fig. 1 para determinar a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapasão desconhecido.

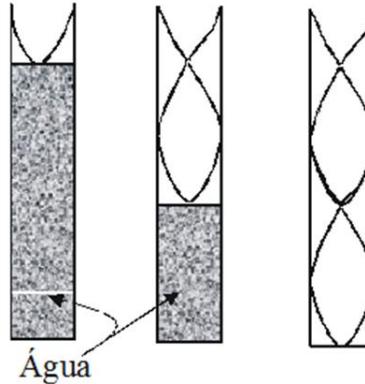


Fig. 1. Tubo com ondas estacionárias.

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

### LISTA DE MATERIAL

Tubo de PVC, conjunto de cinco diapasões (sendo 4 com frequências conhecidas e um com frequência desconhecida), termômetro, martelo de borracha, trena, giz, elásticos para marcação, água, caneca, balde, jornal ou pano para limpeza do chão.

### EXPERIMENTO

- 1) Posicione o diapasão A, de maior frequência, de modo que ele vibre num plano vertical sobre a extremidade aberta do tubo. Elevando o reservatório, faça subir o nível da água até próximo à extremidade e faça vibrar o diapasão com o martelo de borracha. Jamais golpeie o diapasão com um objeto metálico, evite que o diapasão toque o tubo quando em vibração e antes de guardá-lo ou colocá-lo sobre um apoio, amortea suas vibrações com a mão;

**2)** Desça lentamente o reservatório, procurando um primeiro nível para o qual ocorra o máximo da intensidade do som (ressonância). Localize a posição da intensidade máxima o mais precisamente possível (várias tentativas são necessárias para isso: você pode fazer inclusive várias medidas e calcular um valor médio). Marque com um elástico, ou giz esse nível o qual será identificado por  $A_1$ .  $A_0$  corresponde à extremidade aberta do tubo;

**3)** Abaixar mais o reservatório e localize um segundo nível  $A_2$  de ressonância. Procure outros níveis de ressonância  $A_i$  e marque-os também procurando explorar toda a extensão do tubo;

**4)** Registre em uma tabela a identificação do diapasão utilizado, sua frequência, e os pares correspondentes às distâncias  $A_0A_1$ ,  $A_1A_2$ , e assim por diante;

Diapasão A, Frequência = _____			
Pares	Distância	Pares	Distância

**5)** Utilizando os diapasões B, C, D, e E (com frequência desconhecida) proceda como nos itens anteriores;

Diapasão B, Frequência = _____			
Pares	Distância	Pares	Distância

Diapasão C, Frequência = _____			
Pares	Distância	Pares	Distância

Diapasão D, Frequência = _____			
Pares	Distância	Pares	Distância

Diapasão E, Frequência = ?			
Pares	Distância	Pares	Distância

6) Meça a temperatura do ar no ambiente.

### ANÁLISE DOS RESULTADOS

7) Desprezando as medidas da extremidade para cada diapasão, determine os comprimentos de onda dos sons examinados, registrando esses valores também na respectiva tabela;

- 8)** Por que as medidas das extremidades devem ser desprezadas?
- 9)** Utilizando as frequências conhecidas dos diapasões e os resultados anteriores, determine a velocidade do som e sua média;
- 10)** Faça um gráfico de frequência versus  $1/\lambda$  e determine graficamente a velocidade do som no ar;
- 11)** Com os resultados experimentais para o diapasão E, determine sua frequência.
- 12)** Utilizando a expressão a:

$$v_T = v_0(1 + T\beta)^{1/2} \quad (3)$$

sendo que  $v_T$  e  $v_0$  são respectivamente a velocidade do som no ar em T (°C) e 0 °C e  $\beta = 1 / 273$  [°C<sup>-1</sup>], determine a velocidade do som a 0 °C.

REQUISITOS TEÓRICOS: estudo de propagação de ondas em tubos, fenômeno de ressonância, propagação de desvios, confecção de gráficos, regressão linear. Procure anotar todas as informações relevantes para a futura análise do experimento. Procure questionar-se sobre todos os tópicos possíveis do experimento incluindo possíveis causas de erro e de discrepância entre prática e teoria.

*Este roteiro foi elaborado com material existente de cursos anteriores oferecidos por docentes do DF-FFCLRP-USP.*