1. Objetivos

Estudar o fenômeno de ressonância e a produção de ondas estacionárias. Determinar a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapasão desconhecido.

2. Introdução

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

$$v = \lambda \cdot f \qquad (1)$$

Logo, medindo-se o comprimento de onda de um som no ar com frequência conhecida, pode-se calcular a velocidade com o qual ele se propaga.

Já foi vista a criação de ondas estacionárias em uma corda vibrante, como conseguir esta condição em um tubo? Neste experimento, vamos considerar um tubo de comprimento **L** e raio **R**. Se neste tubo confinarmos ondas mecânicas existirão reflexões nas extremidades e, assim, aparecem ondas que se propagam em sentidos contrários. A sobreposição destas ondas, dependendo das dimensões do tubo em relação ao comprimento de onda da radiação incidente, cria uma onda estacionária. O comportamento desta onda estacionária vai depender então das condições de contorno do problema. No caso da corda que tinha as extremidades fixas ficava imposto que nestas extremidades o deslocamento era nulo e, assim, a existência de nós. Para o tubo a extremidade aberta corresponde a um nó de pressão (ventre ou antinodo de deslocamento) e a extremidade fechada corresponde a um nó de deslocamento (ventre de pressão). Desta forma, em tubos existem certas frequências para as quais a sobreposição provoca onda estacionária. No caso de um tubo com uma extremidade fechada (simulada aqui pelo embolo de ar, que é um objeto com uma grande diferença de impedância acústica quando comparada com o ar) e outra aberta teremos as ressonâncias descritas na Figura 1. A extremidade aberta corresponde a um antinodo e a extremidade fechada a um nodo de deslocamento. Assim, o comprimento efetivo **L** de um tubo sonoro corresponde a:

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

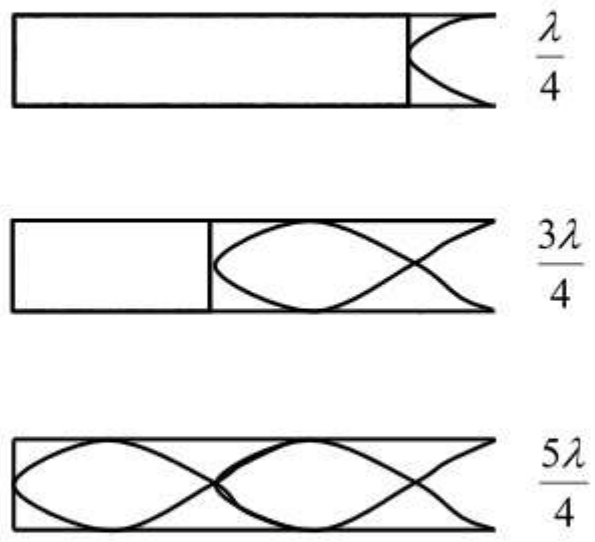

Figura 1 – Representação de ondas estacionárias em um tubo de acrílico para diferentes relações de distância da coluna de ar e comprimento de onda. As ondas indicam o deslocamento das moléculas de ar.

Neste experimento usaremos um tubo como o da Figura 1 para determinarmos a velocidade do som no ar e a frequência de vibração de um diapasão desconhecido.

<u>Lista de Material</u>

- Tubo de acrílico;
- Amplificador;
- Microfone;
- Fone de ouvido;
- Imã;
- Conjunto de cinco diapasões (sendo quatro com frequências conhecidas e um com frequência desconhecida);
- Termômetro;
- Martelo de borracha;
- Trena;
- Giz.

<u>Procedimento Experimental</u>

a) Posicione o diapasão de modo que ele vibre num plano horizontal sobre a extremidade aberta do tubo. Mova o embolo, com o imã, até a extremidade do tubo. Este será o seu ponto $\mathbf{A_0}$.

b) Escutando atentamente, mova lentamente o embolo procurando o primeiro ponto 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 o giz esse nível que será identificado por $\mathbf{A_1}$.

c) Mova novamente o embolo e localize um segundo nível **A_2** de ressonância. Procure outros níveis de ressonância e marque-os também procurando explorar toda a extensão do tubo.

d) Registre em uma tabela a identificação do diapasão utilizado, sua frequência e os pares correspondentes às distâncias **A_0, A_1, A_2**, e assim por diante.

e) Repita os procedimentos do item a) ao d) para os demais diapasões.

f) Meça a temperatura do ar no ambiente.

Análise dos dados

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

b) Utilizando as frequências conhecidas dos diapasões e os resultados anteriores, determine a velocidade do som e sua média.

c) Determine graficamente a velocidade do som no ar. Qual é o gráfico que deve ser montado?

d) Compare e discuta os resultados dos itens **b)** e **c)**.

e) A partir dos resultados obtidos nos itens **b)** e **c)**, determine a frequência do diapasão de frequência desconhecida.

f) determine a velocidade do som a 0°C utilizando a expressão abaixo:

$$V(T) = V_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T} \qquad (3)$$

Sendo: **V(T)** e **V_0** a velocidade do som a uma temperatura **T** °C e a 0°C, respectivamente, e **β** = 1/273 $(°C)^{-1}$.