

Experimento 4 - Velocidade do som no ar, tubo de ressonância.  
 Ilhaço Rui Casagrande N° USP: 11320554

## Introdução

Alargando ainda os conhecimentos obtidos nos experimentos passados a respeito das ondas, este experimento tem como objetivo reproduzir ondas estacionárias em um tubo, onde nelas as mesmas serão confinadas com certas frequências que a través de uma sobreposição provocam ondas estacionárias. Tais ondas propagadas em um meio homogêneo obedecem uma relação entre velocidade e comprimento da onda e sua frequência:  $v = \lambda f$

Além disso, num tubo onde há uma extremidade fechada ela corresponde a um nó e a aberta a um antinódo de deslocamento, de forma que o comprimento efetivo do tubo sempre se relaciona da seguinte forma:  $L = \frac{n\lambda}{4}$ , para  $n = 1, 2, 3, \dots$

Assim, utilizando essas relações e análises gráficas descobriremos a velocidade do som medida e a frequência desconhecida dos diapasons.

## Materiais e Métodos

- Tubo de acrílico com comprimento variável (fundo móvel)
- Amplificador
- Fone de ouvido
- microfone
- Diapason
- Martelo
- Sema
- termometro
- gerador de frequência

Primeiramente, o diapasão foi colocado, de maneira que ficasse num plano vertical, sobre a boca do tubo. Em seguida, variou-se o comprimento do tubo enquanto se mantinha o diapasão, para encontrar o nível máximo de intensidade sonora que condiz com os harmônicos da onda, dessa forma, aumentando seu comprimento da boca aberta do tubo até o harmônico  $5^{\circ}$  fim, variou-se o comprimento para um segundo nível de ressonância e assim sucessivamente até percorrido todo o tubo. Esse mesmo procedimento foi repetido utilizando um gerador de frequência com frequências definidas.

### Resultados e Discussão

frequência 425,99 Hz			frequência 376,34 Hz		
n	$\lambda$ (m)	v (m/s)	n	$\lambda$ (m)	v (m/s)
1	0,725	309	1	0,828	312
3	0,781	333	3	0,883	332
5	0,795	339	5	0,893	335,9
médian	0,767	327	médian	0,868	326,63

frequência 479,3 Hz			frequência 526,06		
n	$\lambda$ (m)	v (m/s)	n	$\lambda$ (m)	v (m/s)
1	0,648	311	1	0,536	295
3	0,695	333	3	0,630	331
5	0,701	335,9	5	0,640	336
médian	0,681	326,63	médian	0,602	320,67

a) Através da eq.  $\lambda = \frac{4L}{n}$  para  $n=1, 2, \dots$  substituí-se os valores obtidos nas tabelas para encontrar  $\lambda$  (resultados nas tabelas acima)



b) Como nas extremidades não ocorre o efeito de ressonância, elas podem ser desprezadas. Isso ocorre pois a extremidade aberta age como nó de pressão e a fechada como nó de deslocamento.

c) Através dos valores de  $\lambda$  e frequência obtidos, utilizamos a relação  $v = \lambda f$  para obter a velocidade das ondas (resultados nas tabelas)

d) Através da fórmula  $\lambda = v/f$ , os valores médios obtidos anteriormente serão plotados em um gráfico onde o coef. linear dará o valor da velocidade.  
(figura 1 em anexo no final do relatório)  
 $v = 348,43 \text{ m/s}$

e) Levando-se em conta que a velocidade do som a  $25^\circ\text{C}$  é de  $340 \text{ m/s}$ , vemos que o valor que mais se aproximou desse teorico foi o obtido pelo gráfico ( $348,43 \text{ m/s}$ ). Tal fato se dá ~~pois~~ pois a equação é baseada em uma linha de tendência que lineariza e diminui os erros de todos os valores utilizados, enquanto na etapa c) com valor médio de  $325,24 \text{ m/s}$ , não se utiliza essa técnica.

f) Temos que a frequência é definida por  $f = \frac{v}{\lambda}$  e que  $L = \frac{n\lambda}{4}$ . Assim, substituindo a primeira na segunda:  $f = \frac{vn}{4L}$

Portanto:

$$\text{Para } n=1 \Rightarrow \frac{348,43 \cdot 1}{4 \cdot 0,121} = f = 719,9 \text{ Hz}$$

$$\text{Para } n=2 \Rightarrow \frac{348,43 \cdot 2}{4 \cdot 0,39} = f = 446,7 \text{ Hz}$$

$$\text{Para } n=3 \Rightarrow \frac{348,43 \cdot 3}{4 \cdot 0,650} = f = 402,0 \text{ Hz}$$

$$\text{frequência média} = 522,87 \text{ Hz}$$

g) Por meio da equação  $v(T) = v_0 \sqrt{1 + \beta T}$ , usando o valor de velocidade média  $336,835 \text{ m/s}$ , a  $29^\circ\text{C}$ :  
 $v_0 = 336,835 \sqrt{\frac{1+29}{273}} \Rightarrow v_0 = 322,93 \text{ m/s}$

h)  $\lambda = 4L \rightarrow$  modo mais simples

$\lambda = 4L/3 \rightarrow$  segundo modo mais simples

$$L = \frac{3}{4} \lambda = \frac{\lambda}{4} + \frac{n\lambda}{2} \Rightarrow L = \frac{\lambda}{4} + 2n\lambda \Rightarrow L = \frac{\lambda}{4} + 2n\lambda \Rightarrow$$

$$\Rightarrow L = \frac{\lambda}{4} + (2n+1)\lambda \Rightarrow \lambda = \frac{4L}{2n+1} \Rightarrow \lambda = \frac{4L}{n} \quad (n=1,3,5,\dots)$$

$\rightarrow$  admite só números ímpares

i) Uma outra maneira de se determinar a velocidade do som é com um balde de água, no qual é introduzido um cone de PVC. Dessa forma, o comprimento da coluna de ar pode ser variado. Para substituir o conjunto de diapasones, utiliza-se um aplica-

tivos de computadores que emitirá sons em frequências escaladas. Dessa maneira, repetente os cálculos deste experimento para encontrar as velocidades. (Esquema: figura 2 em anexo)

### Conclusão

Por meio deste experimento, foi possível visualizar na prática, o cálculo da velocidade sonora no ar. Além disso, a aplicação de diversas fórmulas e suas deduções, foi necessária para realização do relatório, por isso, seu entendimento foi altíssimo. Assim, contemplou-se o objetivo do experimento acerca do caminho das ondas estudadas e sua aplicação.

ANEXO: FIGURA 1

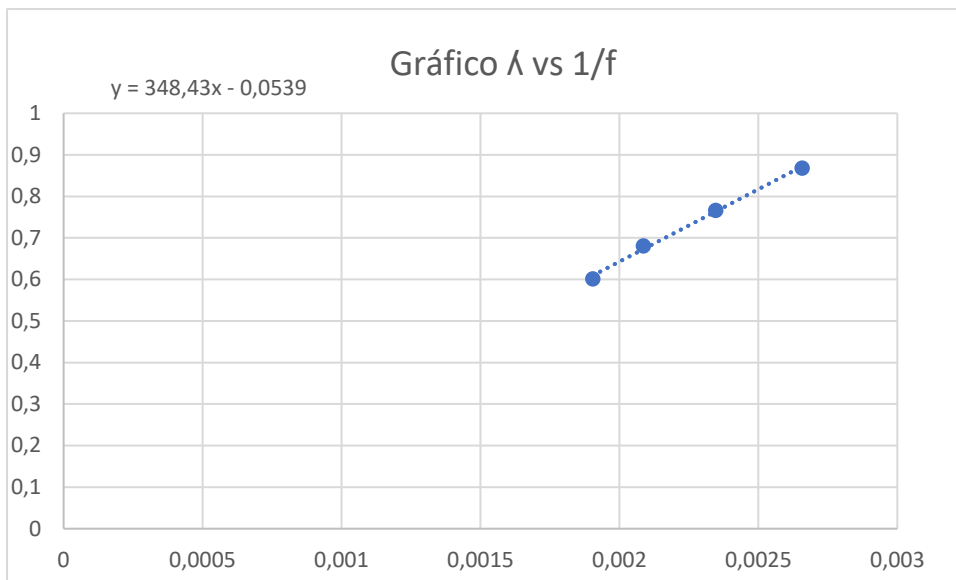


FIGURA 2

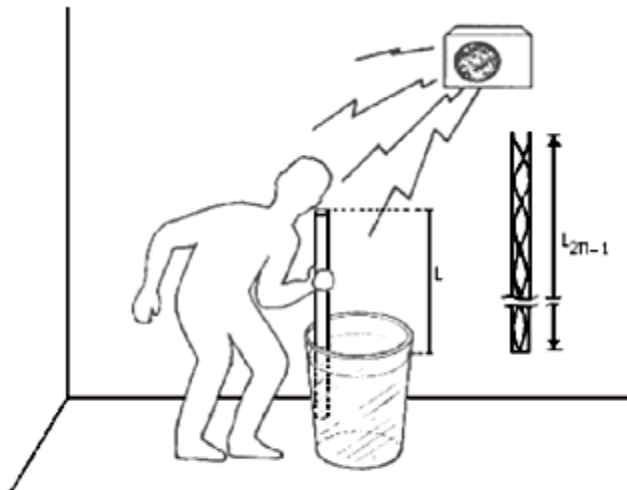


Figura 2. Montagem experimental proposta. O áudio é gerado por um programa de computador.