

Experimento 4:

INTRODUÇÃO

O som é uma onda longitudinal e pode-se definir sua velocidade v como sendo a distância entre a formação de dois máximos consecutivos de amplitude, de comprimento de onda " λ ", dividida pelo período " T " em que o fenômeno ocorre. Esse período é definido como o inverso da frequência " f ". Com isso, temos na equação seguinte a expressão para a velocidade de propagação da onda sonora: $v = \lambda \cdot f$ (equação 1)

Colocando-se um diapasão de frequência conhecida próximo à boca de um tubo com água, pode-se variar o nível do líquido no tubo, até se ouvir um reforço na intensidade do som que sai do tubo. Esse reforço, ou ressonância, deve-se à formação de uma onda estacionária na coluna de ar, de comprimento " L " e raio " R ", existente entre o nível de água e a boca do tubo. No primeiro reforço observado (menor L), a coluna de ar terá uma altura correspondente a um quarto do comprimento de onda do som. Partindo, com $\lambda = 4L$, a velocidade do som será $v = 4Lf$. A extremidade aberta corresponde a um antinódo e a fechada a um nó de deslocamento. Assim, o comprimento efetivo " L " de um tubo sonoro corresponde a: $L = (n \cdot \lambda) / 4$, (equação 2), para $n = 1, 3, 5, 7, \dots$

MATERIAIS E MÉTODOS

No experimento, utilizou-se os seguintes materiais: tubo deacrílico com extremidade móvel; microfone; amplificador; gerador de função; fonte de áudio; conjunto de cinco diapasões (sendo 4 com frequências conhecidas e 1 desconhecida); termômetro; martelo de borracha; freixa.

- Colocou-se um diapásão de modo que ele vivesse sobre a extremidade aberta do tubo.
- Vibrou-se o diapásão com o martelo de borracha, variou-se a posição da extremidade nasal do tubo com um imã, procurando o primeiro nível que ocorreu a ressonância.
- Localizou-se a posição da intensidade máxima (ressonância) o mais precisamente possível e marcamos com um giz esse nível que foi identificado por A_1 (sendo A_0 a extremidade do tubo).
- Aumentou-se o comprimento do tubo e foi localizado um segundo nível A_2 de ressonância.
- Procurou-se por outros níveis até o final do tubo.
- Após registrar-se os dados em uma tabela com a identificação do diapásão utilizado, sua frequência e os pares correspondentes às distâncias (metros) A_0, A_1, A_2, \dots
- Repetiu-se os mesmos passos para os 5 diapásãos, incluindo o da frequência desconhecida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Para determinar os comprimentos das ondas utilizou-se a equação (1), com " L " e " n " retirados das tabelas 1, 2, 3 e 4, completou-se essas tabelas com os valores que foram obtidos.

b) A extremidade aberta funciona como um nó de pressão e a extremidade fechada funciona como um nó de deslocamento, assim as ondas nesses locais não apresentam ressonância.

c) Com o objetivo de obter a velocidade do som no ar, utilizou-se a equação 1, com os valores médios do comprimento " L " e as frequências " f " utilizados.

em cada caso. Os valores obtidos estão na Tabela 6. E o valor médio foi $v = 325,19 \text{ m/s}$

d) Para determinar graficamente a velocidade do som, é necessário primeiramente manipular as equações 1 e 2 da seguinte forma:

$$L = \frac{\lambda n}{4}$$

$$v = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = \frac{4L}{n}$$

$$v = \frac{4Lf}{n} \quad (\text{equação 3})$$

Portanto, fazendo um gráfico de $(4Lf)/n$, o coeficiente angular da reta desse gráfico será a velocidade do som. Os valores obtidos estão na tabela 7. E o valor médio foi $v = 344,06 \text{ m/s}$ (gráficos em anexo)

e) Ao comparar os dois valores da velocidade do som obtidos com o valor real da velocidade do som a 20°C , que é aproximadamente 340 m/s ; percebe-se que o valor de $344,06 \text{ m/s}$ obtido através do método gráfico é mais preciso. Isso ocorre, pois o método gráfico utiliza os pontos distribuídos, e não seus valores médios, aumentando a precisão.

f) Para determinar a frequência da diapasão utilizou-se a equação 3 isolando o f , e os valores de " L " e " n " da tabela 5, e $v = 344,06 \text{ m/s}$. tirou-se a média dos 3 valores obtidos, que resultou em $638,06 \text{ Hz}$.

g) fórmulas do método direto:

$$v(T) = v_0 \sqrt{1 + \beta T} \rightarrow 25,39 = v_0 \sqrt{1 + \frac{\beta}{273} \cdot 24}$$
$$v_0 = 333,77 \text{ m/s}$$

• fórmulas do método gráfico:

$$v(T) = v_0 \sqrt{1 + \beta T} \rightarrow 44,06 = v_0 \sqrt{1 + \frac{\beta}{273} \cdot 24}$$
$$v_0 = 329,87 \text{ m/s}$$

De acordo com a teoria e os cálculos reais, o valor da velocidade do som a 0°C é aproximadamente 330 m/s ; e com o valor de v_0 do método gráfico chegou-se extremamente próximo desse valor, comprovando a maior precisão desse método.

h) Demons treço da equação 2:

$$\lambda = 4L \text{ (modo mais simples)}$$

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

$$\lambda = \frac{4L}{3} \text{ (segundo modo mais simples)}$$

$$L = \frac{\lambda}{4} + 2n\lambda \rightarrow L = \frac{\lambda}{4} (2n+1)$$

$$\lambda = \frac{4L}{2n+1} \text{ aceita apenas números ímpares} \quad \therefore \lambda = \frac{4L}{n}, \text{ com } n = 1, 3, 5, \dots$$

i) Utilizou-se um balde de água que se comunica com o tubo, possibilitando marcar e anotar as medidas em que ocorre ressonâncias, sabendo que a água deve cobrir apenas uma das extremidades do tubo. Usou-se um aplicativo que produzia áudios com suas respectivas frequências. Então verificou-se o comprimento do tubo (coluna de ar) até os pontos de ressonância, que ocorre graças a reflexão das ondas de som na água.

CONCLUSÃO

Com a realização do experimento, pode-se analisar e compreender os fenômenos envolvidos por trás da propagação das ondas mecânicas sonoras. Os valores de velocidade do som encontrados foram próximos ao esperado, e levando em conta os erros experimentais e os desvios de idealidade, a metodologia usada é comprovada, interpretando os resultados como válidos, concluindo o objetivo do experimento.

ANEXOS

TABELA 1: Pontos de encontro para frequência de 425,99 Hz, com os respectivos valores do comprimento de onda (λ) calculados no item a.

n	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,175	0,185	0,184	0,181	0,007	0,724
3	0,582	0,589	0,587	0,586	0,006	0,781
5	0,997	0,991	0,992	0,993	0,006	0,794

TABELA 2: Pontos de encontro para frequência de 376,34 Hz, com os respectivos valores do comprimento de onda (λ) calculados no item a.

n	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,212	0,205	0,204	0,207	0,007	0,828
3	0,665	0,663	0,659	0,662	0,006	0,883
5	1,111	1,119	1,117	1,116	0,007	0,893

TABELA 3: Pontos de encontro para frequência de 479,30 Hz, com os respectivos valores do comprimento de onda (λ) calculados no item a.

n	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,162	0,161	0,163	0,162	0,005	0,648
3	0,521	0,522	0,52	0,521	0,005	0,695
5	0,872	0,877	0,879	0,876	0,006	0,701

TABELA 4: Pontos de encontro para frequência de 525,06 Hz, com os respectivos valores do comprimento de onda (λ) calculados no item a.

n	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L médio	Erro da média	λ (m)
1	0,14	0,141	0,141	0,141	0,005	0,564
3	0,469	0,471	0,477	0,472	0,006	0,630
5	0,8	0,799	0,801	0,800	0,005	0,640

TABELA 5: Pontos de encontro para o diapasão de frequência desconhecida.

n	L1 (m)	L2 (m)	L3 (m)	L médio	Erro da média
1	0,118	0,126	0,119	0,121	0,007
3	0,398	0,389	0,381	0,390	0,01
5	0,657	0,656	0,639	0,650	0,01

GRÁFICO 1: Gráfico de $4Lf$ por n , para a frequência de 425,99 Hz.

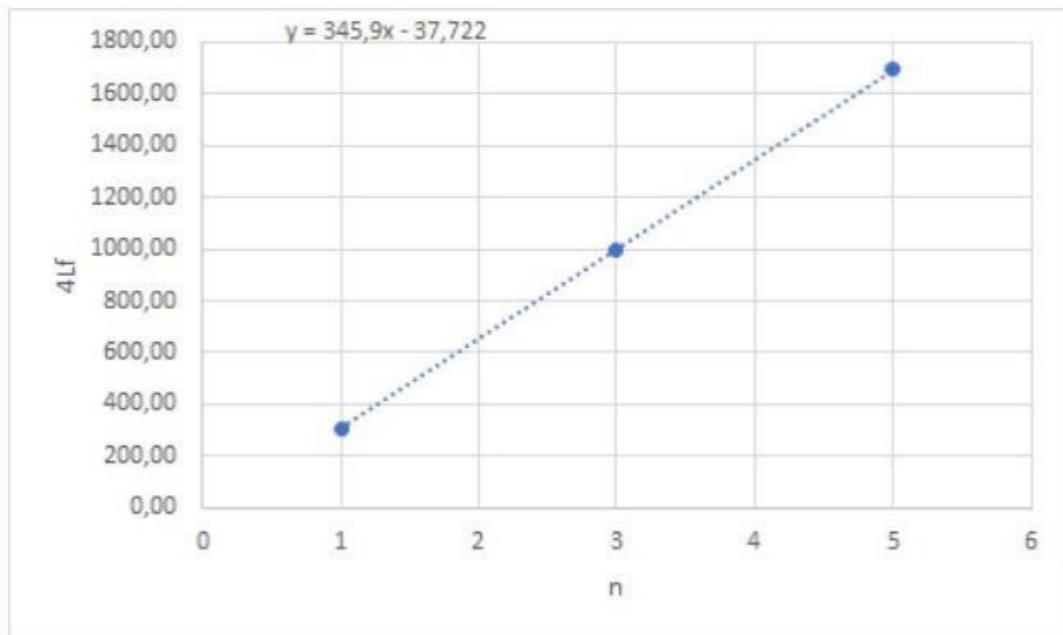


GRÁFICO 2: Gráfico de $4Lf$ por n , para a frequência de 376,34 Hz.

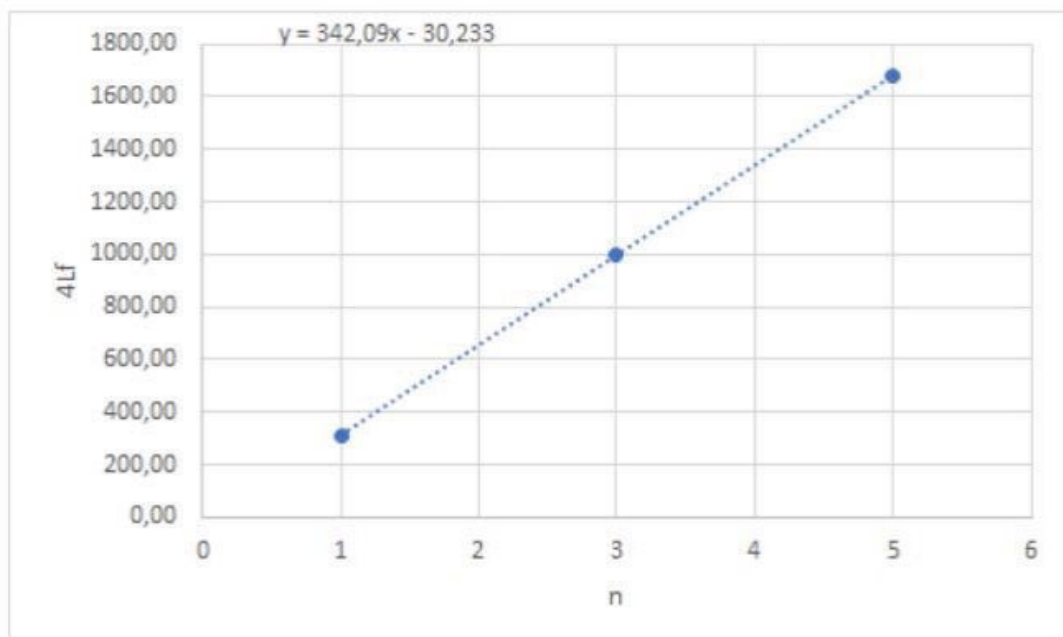


GRÁFICO 3: Gráfico de 4Lf por n, para a frequência de 479,30 Hz.

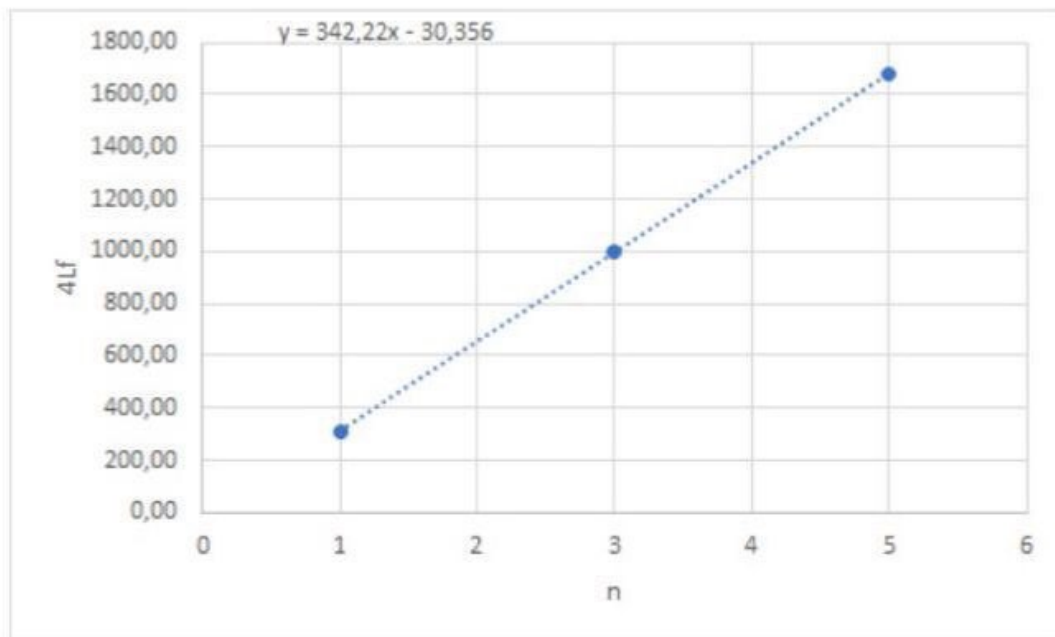


GRÁFICO 4: Gráfico de 4Lf por n, para a frequência de 525,06 Hz.

