

Pâmela Eduarda Souza Ramos - 11971044

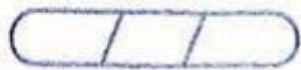
→ Introdução

A velocidade de propagação de uma onda é a rapidez com que a onda se propaga em determinado meio. Depende da distância percorrida pela onda e também do intervalo de tempo gasto para percorrer essa distância. Para calcular a velocidade de propagação de uma onda, pode utilizar-se $v = \lambda \cdot f$ (eq. 1)

Colocando-se um diapásio de frequência conhecida próximo a boca de um tubo contendo água, pode-se variar o nível de água 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. Portanto, como $\lambda = 4L$, a velocidade do som será $v = 4L \cdot f$. A extremidade aberta corresponde a um antinódo e a extremidade fechada a um nó do deslocamento. Assim, o comprimento efetivo L de um tubo sonoro é: $L = \frac{n \cdot \lambda}{4} \Rightarrow n = 1, 3, 5, 7, \dots$ (eq. 2)

→ Materiais

- tubo de acrílico com extremidade móvel;
- microfoni;
- amplificador;
- Girador de função;
- fone de ouvido;
- Conjunto de 5 diapásios (4 de frequência conhecida e 1 de frequência desconhecida);



- martelo de borracha,
- trena.

→ Métodos

Colocar um diapásoro de modo que ele vibrase sobre a extremidade aberta do tubo. Movendo o diapásoro com o martelo de borracha, varia a posição da extremidade móvel do tubo com o auxílio de um ímã, procurando o primeiro nível que possui a ressonância. Localizar 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 aberta do tubo). Aumentamos o comprimento do tubo e localizamos um segundo nível A_2 de ressonância. Procuramos por outros níveis até o final do tubo. Após, registramos todos os dados em uma tabela com a identificação do diapásoro utilizado, sua frequência e os pares correspondentes às distâncias (em metros) A_0, A_1, A_2 , etc. Repetimos os mesmos passos para todos os 5 diapásoros, inclusive o de frequência desconhecida. Ao final, medimos a temperatura da sala.

→ Resultados e discussões

a) Para determinar os comprimentos das ondas utiliza-se a equação 2, com L e n retirados das tabelas 1, 2, 3, 4 e 5. Completar as tabelas com os valores obtidos.
(em anexo)

b) A extremidade aberta funciona como um nó de pressão e a extremidade fechada funciona como um nó de deslocamento. Assim, as ondas, mesmo quando não apresentam ressonância.

c) Com o objetivo de obter a velocidade da propagação do som, utilizamos a equação 1, com os valores médios do comprimento L e as frequências f utilizadas em cada caso. Os valores obtidos estão na tabela 6. O valor médio foi $V = 325,39 \text{ m/s}$.

Frequência (Hz)	Velocidade do som (m/s)
425,99	326,55
376,34	326,64
479,30	326,56
525,06	320,99

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

$$L = \frac{\lambda}{4} \quad \text{e} \quad V = \lambda \cdot f$$

$$\lambda = \frac{4L}{n} \quad \text{e} \quad V = \frac{4Lf}{n} \quad (\text{eq. 3})$$

Portanto, fazendo um gráfico de $4Lf$ por n , o coeficiente angular da reta deste gráfico será a velocidade do som. Os gráficos 1, 2, 3 e 4 estão em anexo, bem como os valores obtidos que estão na tabela 7. O valor médio foi $V = 344,06 \text{ m/s}$.

Frequência (Hz)	Velocidade do som (m/s)
425,99	345,90
376,34	342,09
479,30	342,22
525,06	346,01

e) Ao comparar dois valores da velocidade do som obtidos

Determinar qual a velocidade do som a 20°C que é

tilibra



aproximadamente 340 ml/s, percebe-se que o valor de 344,06 ml/s obtido através do método gráfico é mais preciso. Isso ocorre pois o método gráfico utiliza as pontas distribuídas, e não apenas as suas médias, aumentando a precisão.

4) Para determinar a frequência do diapasão utiliza-se a equação 3, usando-se f , e os valores de L e n e $V = 344,06 \text{ m/s}$. Foi-se a média dos 3 valores obtidos, que resultou em $661,92 \text{ Hz}$.

Tabela 8

n	distância L (m)			média	erro de média
	medida 1	medida 2	medida 3		
1	0,118	0,126	0,119	0,121	0,007
3	0,398	0,389	0,381	0,39	0,01
5	0,653	0,656	0,639	0,65	0,01

g) método direto (fórmula)

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

$$325,19 = V_0 \sqrt{1 + 1,24}$$

$$V_0 = 311,77 \text{ m/s}$$

método gráfico

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

$$344,06 = V_0 \sqrt{1 + 1,24}$$

$$V_0 = 329,87 \text{ m/s}$$

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 do método gráfico chegou-se extremamente próximo desse valor, comprovando a maior precisão desse método.

h) Demonstração da eq. 2.

$$n = 4L \text{ nodes most complex}$$

$$n = \frac{4L}{3} \text{ segunda nota mais simples}$$

Assim: $L = \frac{3h}{4} = \frac{h}{4} + \frac{mh}{2}$ $\lambda = \frac{4L}{2n+1}$ (onda aberta
nº ímpares)

$L = \frac{h}{4} + 2nh$

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

$h = \frac{4L}{2n+1}$ com $n = 1, 3, 5$

ii) Pode-se utilizar um balde de água que se comunica com um tubo, o que dá para marcar e anotar as medidas em que ocorre as ressonâncias; e a água deve cobrir apenas uma das extremidades do tubo. Usa-se também um aplicativo ou programa que produz áudios com suas respectivas frequências. Então varia-se o comprimento do tubo (coluna de ar) até as pontas em que acontece a ressonância, que ocorre por causa da 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 vetores de velocidade de som encontrados foram próximos ao esperado, e levando em conta os erros experimentais e os desvios de idealidade, a metodologia usada é comparada, 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.

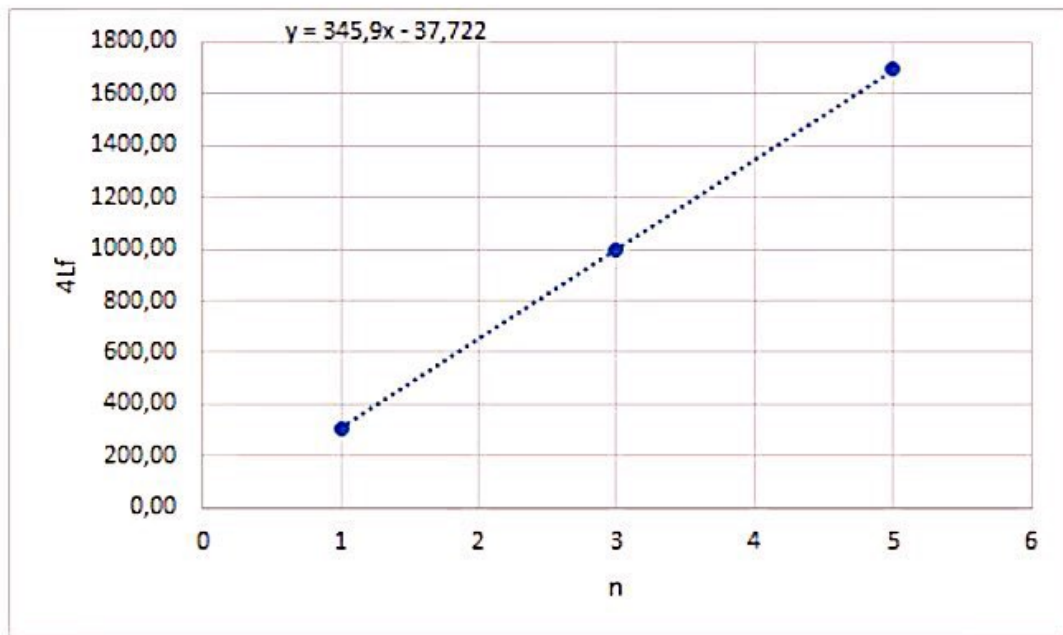


GRÁFICO 2: Gráfico de 4Lf por n, para a frequência de 376,34 Hz.

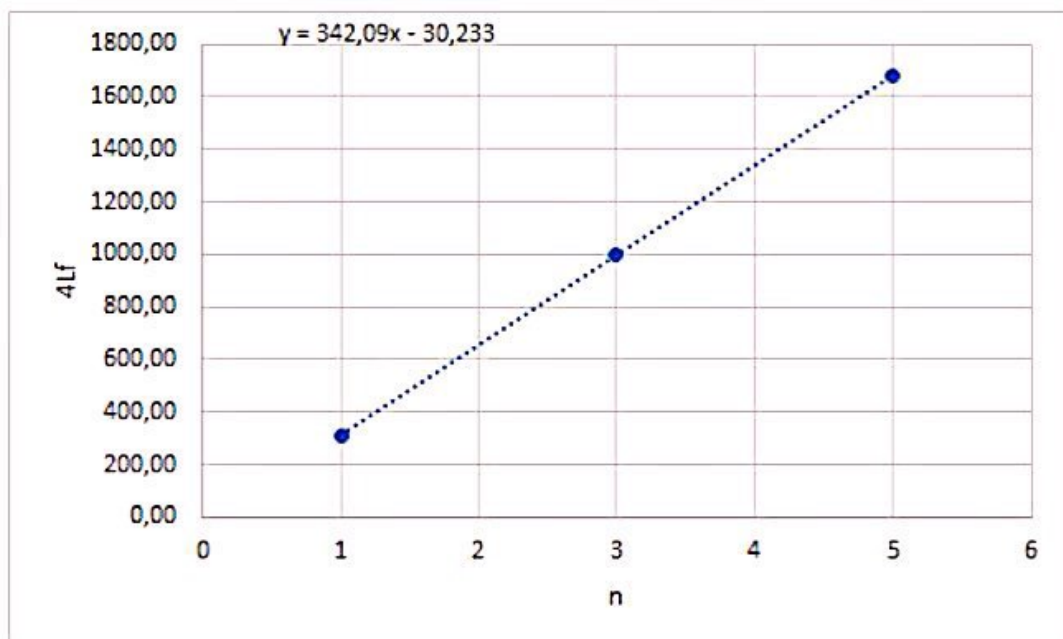


GRÁFICO 3: Gráfico de $4Lf$ por n , para a frequência de 479,30 Hz.

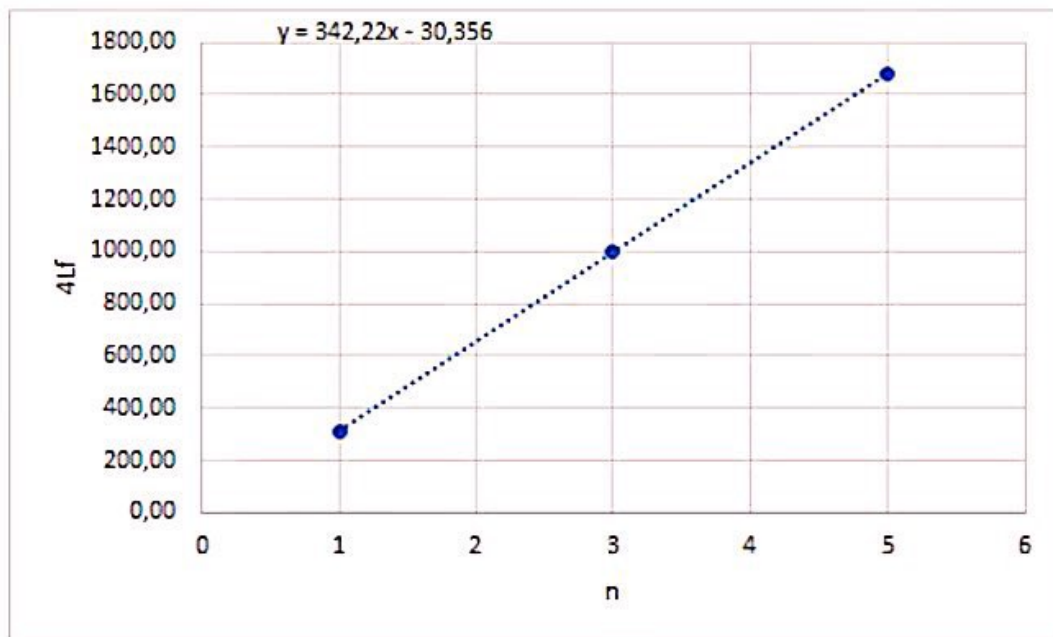


GRÁFICO 4: Gráfico de $4Lf$ por n , para a frequência de 525,06 Hz.

