Física prática - Exp 4

1 Introdução:

Ondas sonoras são ondas mecânicas, ou seja, elas precisam de um meio para se propagar. A propagação de ondas em um meio homogeneo obedece uma relação entre comprimento de onda (λ) e a frequencia (f) em que elas são emitidas, conforme a equação $V = \lambda . f$. Uma vez que já foram estudadas as ondas estacionárias (ondas com mesma amplitude, comprimento de onda e frequência, mas sentidos contrários), temos conhecimento para analisar a propagação de ondas em um tubo de comprimento variável.

Para termos uma onda estácionaria no tubo desse experimento, devemos ter um nodo de deslocamento na extremidade fechada e um antinodo de deslocamento na extremidade aberta. Podemos ver que o comprimento de onda do modo fundamental é dado por $\lambda = 4l$, onde l é o comprimento que vai da extremidade aberta até a extremidade fechada do tubo. Assim o comprimento efetivo l de um tubo sonoro corresponde a:

$$l = \frac{n\lambda}{4} \quad \text{sendo } n = 1, 3, 5, 7 \ldots$$

A partir disso, teremos que encontrar os harmônicos através dos pontos de ressonância e, posteriormente, calcular a velocidade de propagação no ar. Também será utilizado um diapasão, instrumento metálico sonoro fabricado para vibrar em uma única frequência

Metodologia:

Os materiais usados para a prática desse experimento foram, tubo de ressonância de acrílico, gerador de função, alto falante, microfone, detector de pico, diapasão de alumínio e martelinho.

Na primeira parte do experimento o gerador de função foi ligado para gerar as ondas sonoras enquanto o tamanho do tubo era variado para perceber a diferença de acordo com o comprimento de onda, assim foram encontrados os harmônicos e através de uma trena que fica junto ao tubo foi visto a distância dos harmônicos do começo do tubo

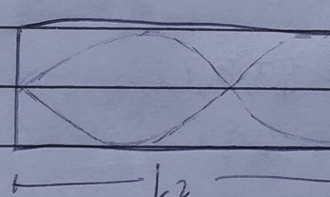
Na segunda parte do experimento o gerador de função e o alto falante foram substituídos pelo diapasão. Uma pessoa ficou na frente do tubo batendo no diapasão com o martelinho enquanto outra variava o comprimento do tubo para encontrar os pontos de ressonância igual a primeira parte do experimento

Resultados e discussão

Os tipos de onda que estamos analisando apresenta a seguinte característica:

Nó


Nesse caso, L_1 é a distância de um nó até a metade da frente, porém, sabemos que a distância de um nó ao outro é igual a distância de um ventre ($\lambda/2$), então, ne vai até a metade de um ventre, $L_1 = \frac{\lambda}{4}$ $\therefore$ $n=1$

Nó


Nesse caso como L_2 é a distância de um ventre completo ($\lambda/2$) mais a metade de um ventre ($\lambda/2/2 = \lambda/4$), então $L_2 = \frac{3\lambda}{4}$ $\therefore$ $n=3$

Generalizando os casos, chegamos na seguinte expressão: $L = n \cdot \frac{\lambda}{4}$

Percebemos que n não pode ser um número par, já que sempre teremos a "metade de um ventre" nos casos examinados.

Com essa fórmula conseguimos descobrir o comprimento de onda com os valores das tabelas 1, 2, 3 e 4

Tabela 1: frequência $= 425{,}99$ Hz

$\lambda_{médio} = 0{,}7671111$ m

Tabela 2: frequência $= 376{,}34$ Hz $\lambda_{médio} = 0{,}8680$ m

Tabela 3: frequência = 479,30 Hz
λ média = 0,68600 m

Tabela 4: frequência = 526,06 Hz
λ média = 0,610000 m

Sabendo as frequências e os comprimentos de onda, descobrimos a velocidade do som no ar e a sua média, pela seguinte fórmula

$$V = \lambda \cdot f$$

Tabela 5: frequência = 425,99 Hz V média = 326,7826622 m/s

Tabela 6: frequência = 376,34 Hz V média = 326,6615167 m/s

Tabela 7: frequência = 479,30 Hz V média = 326,4778578 m/s

Tabela 8: frequência = 525,06 Hz V média = 320,70664800 m/s

A partir dos dados das tabelas, temos uma velocidade total de 325,1461712 m/s

Vamos utilizar um gráfico de distância (m) por números de nós para descobrir graficamente a velocidade do som. O coeficiente angular da equação da reta desse gráfico é igual a $\lambda/4$, então multiplicamos esse coeficiente por 4 e descobrimos λ graficamente.

Gráfico 1: para f = 425,99 Hz, temos λ = 0,812 m ∴ v = 345,90 m/s

Gráfico 2: para f = 376,34 Hz, temos λ = 0,9088 m ∴ V = 342,02 m/s

Gráfico 3: para f = 479,30 Hz, temos λ = 0,714 m ∴ V = 342,22 m/s

S T Q Q S S D
L M M J V S D

Gráfico 4: para f: 526,06 Hz, temos $\lambda = 0,6592$ m $\therefore$ $v = 346,12$ m/s

Por fim, temos que o v médio obtido graficamente é igual a 343,06 m/s. Podemos perceber a discrepância entre os valores obtidos graficamente e pelas tabelas, havendo uma diferença de 18,92 entre as velocidades. Porém, a velocidade obtida graficamente é bem mais precisa quando comparada com a real, de 343 m/s

Agora com esses 2 valores, vamos descobrir a frequência do diapasão com os dados obtidos pela tabela e pelo gráfico abaixo

Gráfico 5

Tabela 9:

Com o gráfico somos capazes de descobrir o λ e, por sua vez, a frequência do diapasão

$\lambda = 1,0592 \rightarrow$ usando $v = \lambda \cdot f$, temos para $v_1 = 344,06$ m/s; $f = 324,83$ Hz
e para $v = 325,14$ m/s, temos $f = 306,97$ Hz

Podemos observar uma diferença de 17,86 Hz entre as frequências e podemos dizer que a frequência de 324,83 Hz é o que chega mais próximo da verdadeira frequência do diapasão. Vale lembrar que desprezamos as extremidades do diapasão devido a distância

Para descobrir a velocidade do som a 0°C, vamos utilizar a seguinte equação:

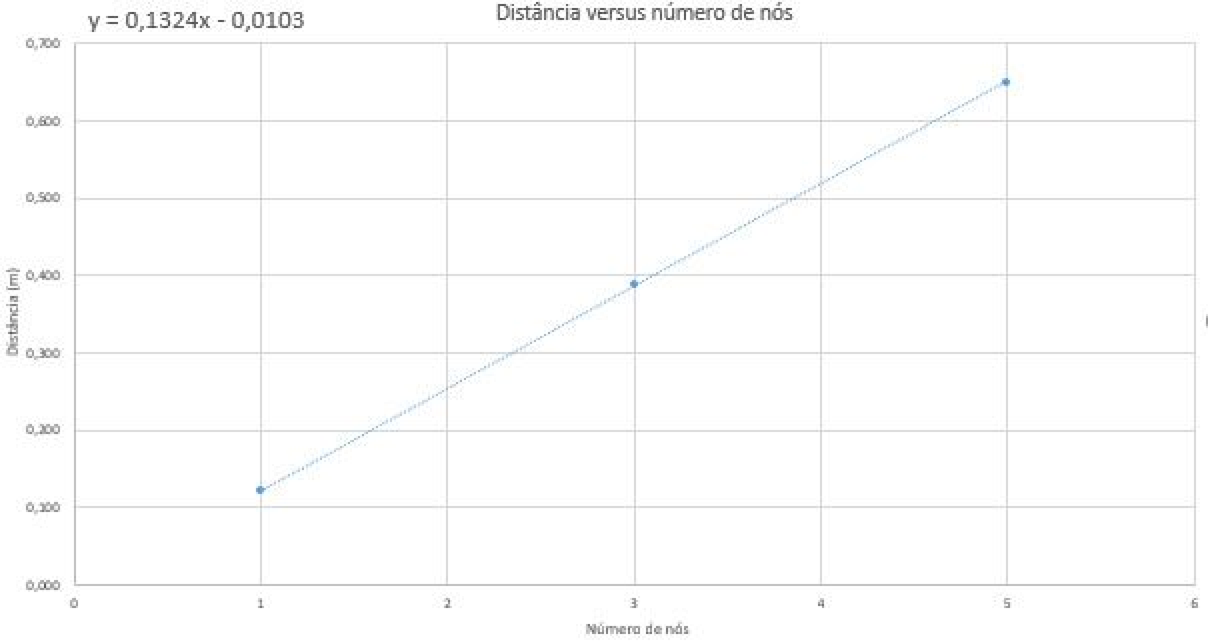
$$V(T) = V_0\sqrt{1+\beta T}$$

$$V_{25} = V_0\sqrt{1+\frac{2T}{278}}$$ Como $V_0 = 329,31$ m/s, $V(25) = 344,06$ m/s

A velocidade do som a 0°C é igual a 331,45 m/s, havendo uma diferença de 2,14 entre a velocidade obtida e a real velocidade do som a 0°C, provando que a precisão foi boa

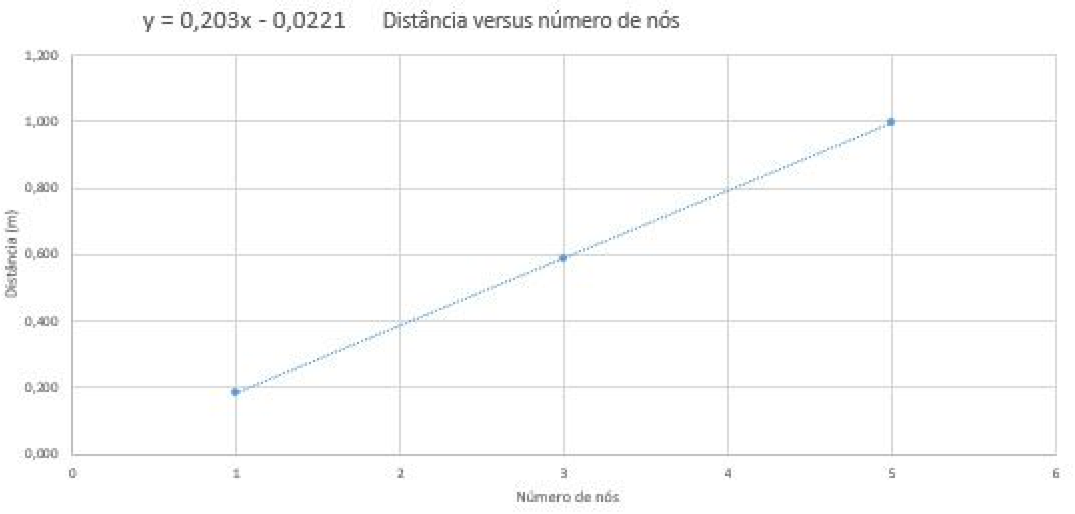
Conclusão:

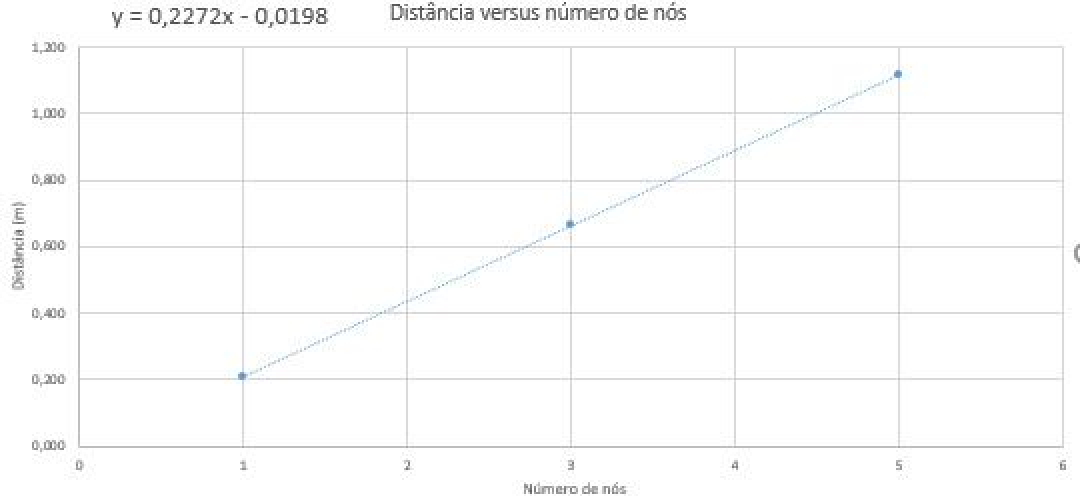
Através da realização do experimento pudemos elucidar conceitos a respeito da velocidade do som no ar e do tubo de ressonância. Foi discutido como calcular o n da expressão $L = \frac{n\lambda}{4}$ através da formação de harmônicas. Com os dados obtidos no experimento,
construiu-se tabelas que facilitaram o cálculo do comprimento de onda, e posteriormente, a velocidade que aquela onda possui quando propagada no tubo. Foram construídos gráficos de distância (em metros) x numero de nós, sendo que a partir desse gráfico também era possível obter o valor do comprimento de onda. Comparou-se os valores de velocidade obtidos pelo método gráfico era mais preciso. Por fim, calculou-se a frequência do diapasão (atentando-se para as considerações feitas durante o experimento que poderiam causar disparidades nos resultados) e a velocidade do som a 0°C.

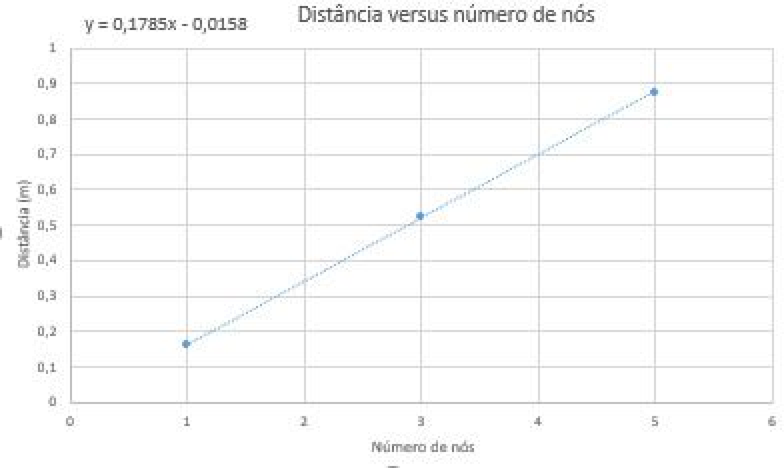


y = 0,1324x - 0,0103
Distância versus número de nós
Distância (m)
0,700
0,600
0,500
0,400
0,300
0,200
0,000
0
1
2
3
4
5
6
Número de nós

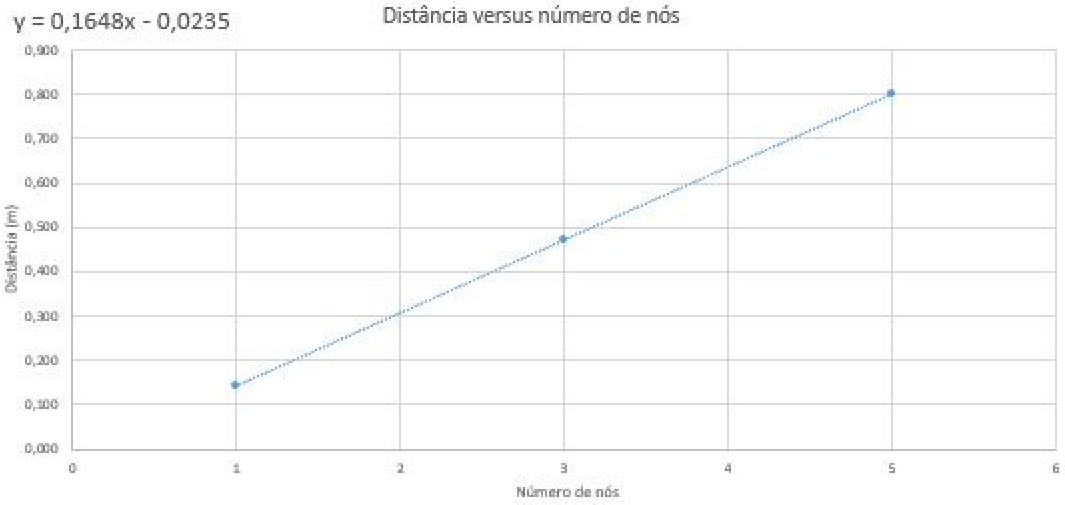
Distância (m)					
n	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Média	Erro da média
1	0,118	0,126	0,119	0,121	0,007
3	0,398	0,389	0,381	0,39	0,01
5	0,657	0,656	0,639	0,65	0,01


y = 0,203x - 0,0221
Distância versus número de nós
Distância (m)
Número de nós
1,200
1,000
0,800
0,600
0,400
0,200
0,000
0
1
2
3
4
5
6


y = 0,2272x - 0,0198
Distância versus número de nós
1,200
1,000
0,800
0,600
0,400
0,200
0,000
Distância (m)
0
1
2
3
4
5
6
Número de nós



y = 0,1785x - 0,0158
Distância versus número de nós
Distância (m)
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
0
1
2
3
4
5
6
Número de nós


y = 0,1648x - 0,0235
Distância versus número de nós
Distância (m)
0,000
0,100
0,200
0,300
0,400
0,500
0,600
0,700
0,800
0,900
0
1
2
3
4
5
6
Número de nós