Relatório IV - Velocidade do som no ar, tubo de ressonância

Introdução: As ondas possuem uma velocidade, a qual é determinada pela distância percorrida sobre o tempo gasto. Quando a onda se propaga em meio homogêneo, a velocidade é dada por: $v = \lambda \cdot f$, sendo λ o comprimento de onda e f a frequência.

Ao utilizar um tubo com uma extremidade aberta e outra fechada, as ondas podem ser confinadas, surgem então ondas no sentido contrário, a junção da onda original com a nova cria uma onda estacionária. A extremidade aberta do tubo cria um nó de pressão e a fechada forma um nó de deslocamento. Dessa forma, o comprimento efetivo do tubo pode ser calculado pela fórmula: $L = \frac{n \cdot \lambda}{4}$

Metodologia

Materiais: trena, 5 diapasões (4 com frequência conhecida e 1 não), termômetro, martelo de borracha, tubo de acrílico transparente e extremidade móvel, microfone, fone de ouvido, amplificador.

Procedimentos: parte 1 -> um gerador de frequência foi conectado na extremidade aberta do tubo, com o fone de ouvido foi possível escutar os níveis de máxima intensidade e marcar esses pontos com um giz. Parte 2 -> O procedimento foi igual à primeira parte mas na extremidade aberta foram posicionados os diapasões (um de cada vez), os diapasões foram colocados em vibração com a ajuda de um martelo. A temperatura do ar foi medida, com os dados foram criadas tabelas e gráficos (1 para cada frequência). Os comprimentos de som encontrados foram determinados, assim como a velocidade do som, a frequência do diapasão desconhecido também foi determinada e a velocidade do som a 0°C foi calculada.

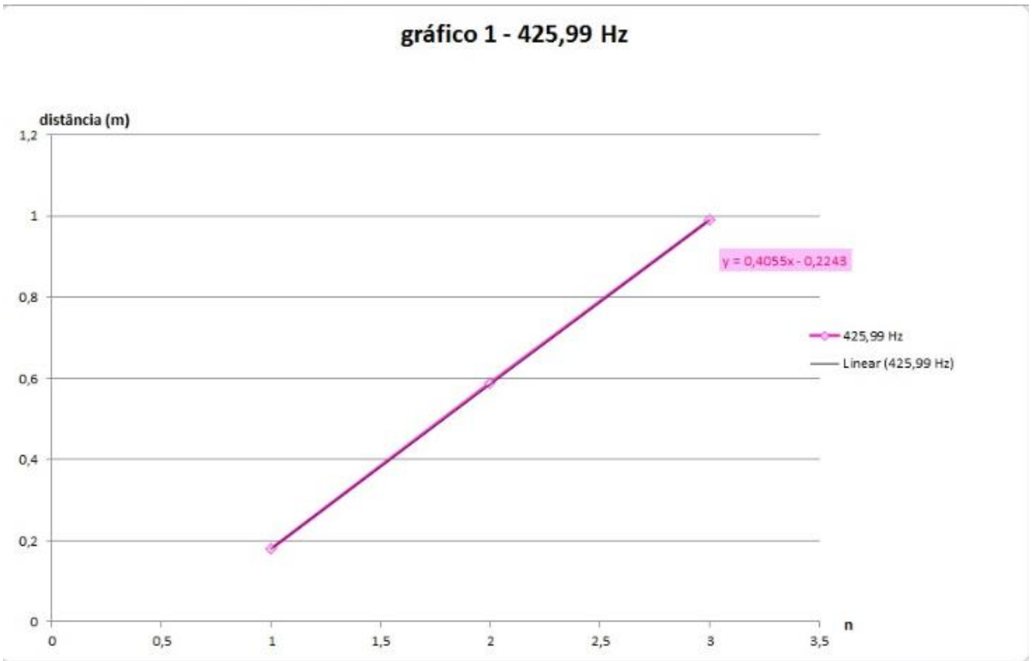

Gráfico 1.

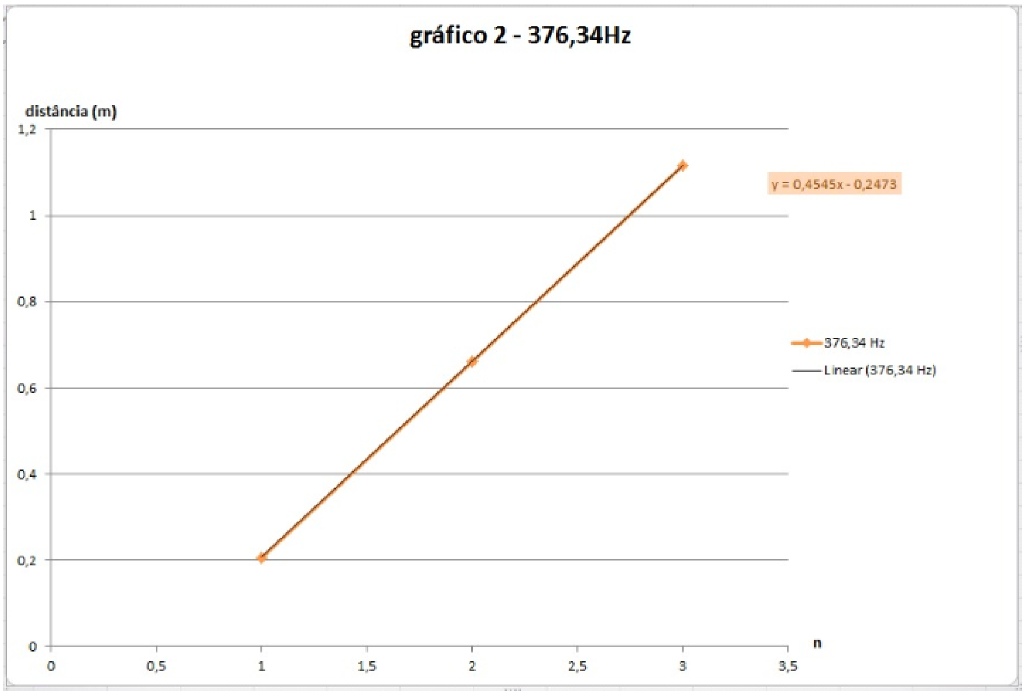

Gráfico 2.

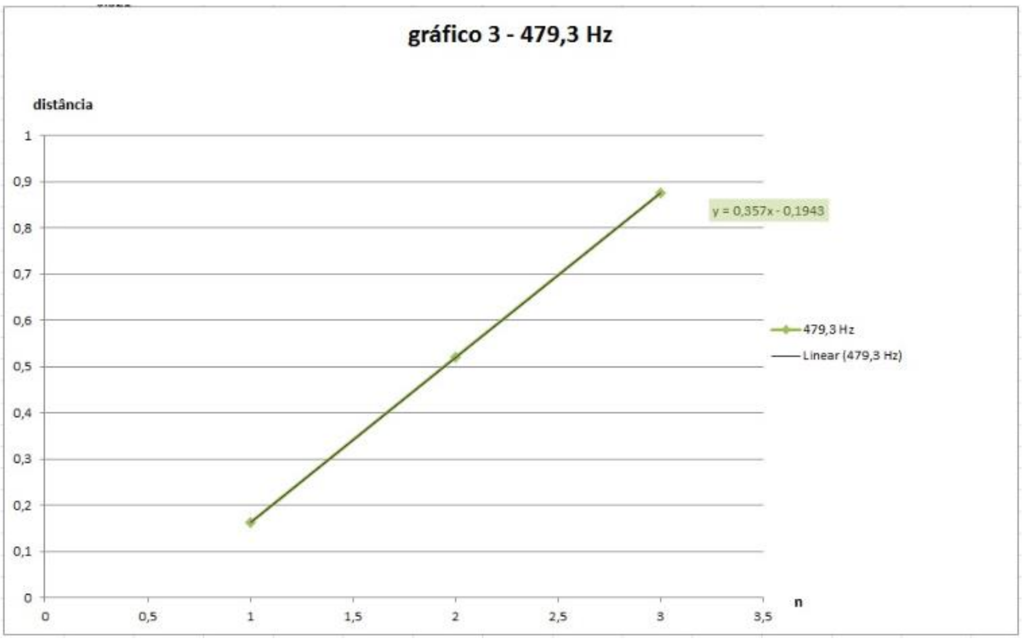

Gráfico 3.

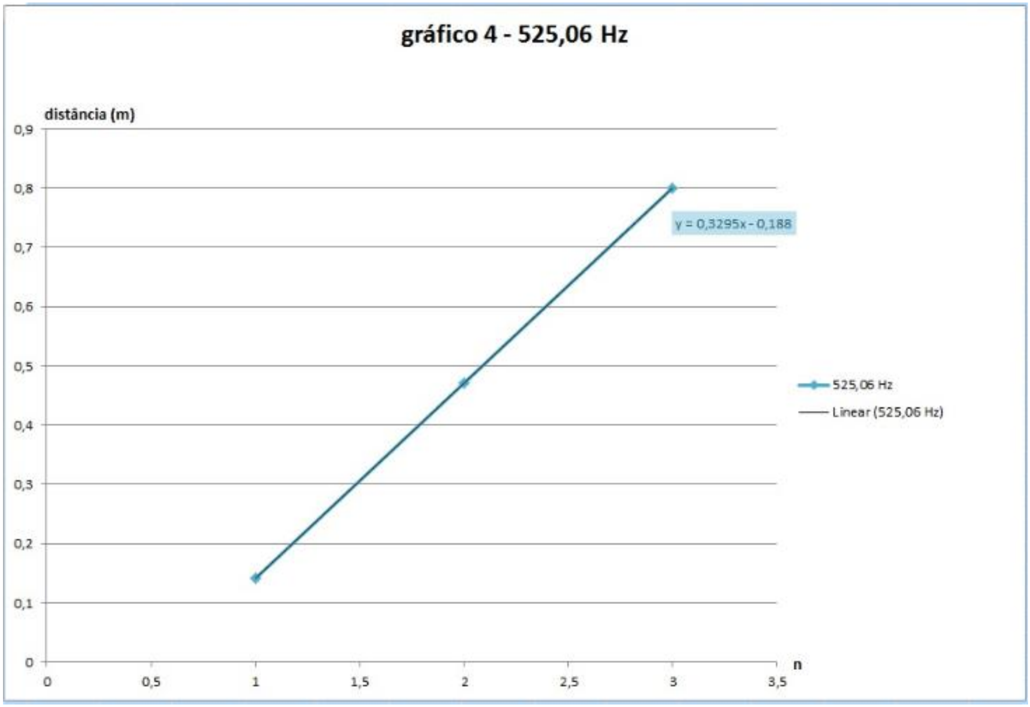

Gráfico 4.

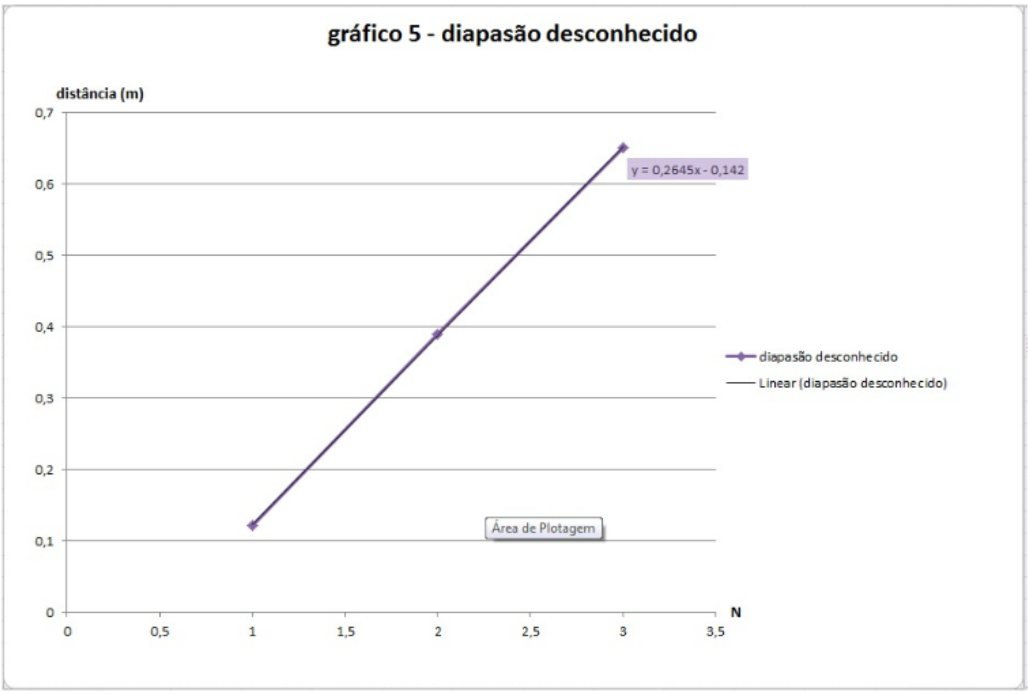

Gráfico 5.

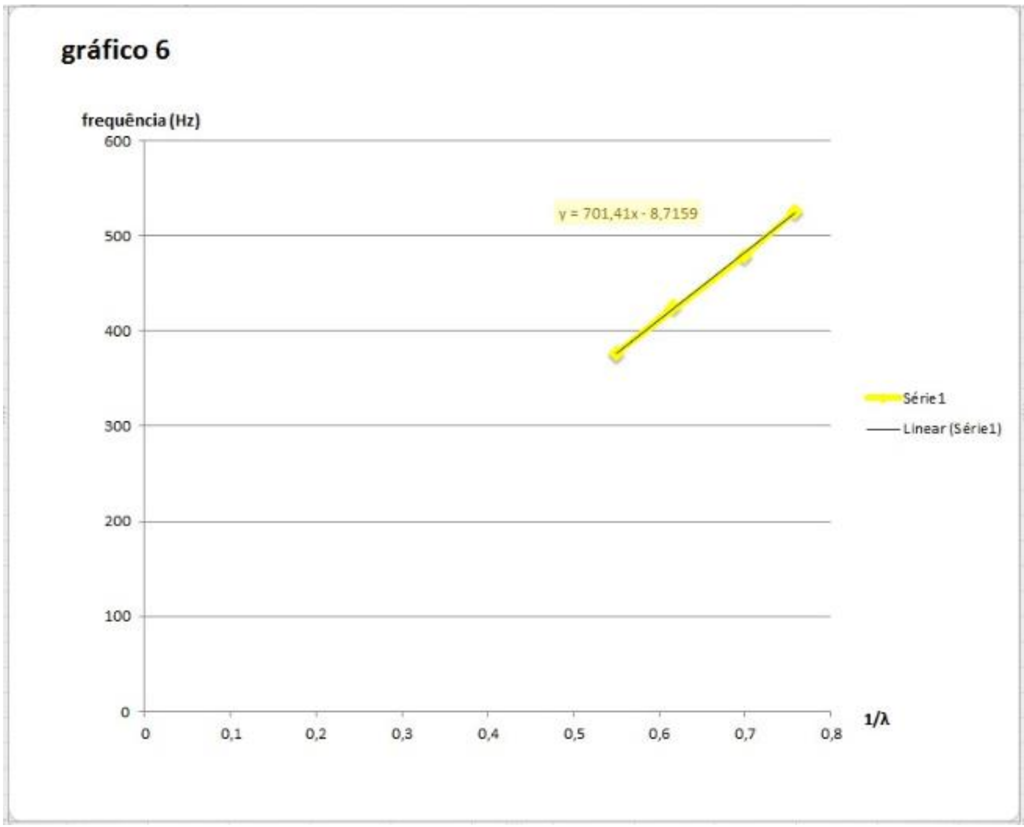

Gráfico 6.

Análise dos Resultados

a) Calculando o comprimento λ, com base nos gráficos temos distância no eixo y e n no eixo x. Segundo a equação $d = n \cdot \frac{\lambda}{4}$, então, o coeficiente angular $\alpha = \frac{\lambda}{4}$, $\lambda = 4\alpha$. O coeficiente angular de cada gráfico apresenta-se no mesmo (em anexo)

- gráfico 1, $\alpha = 0,4055$ $\boxed{\lambda = 1,622\ m}$
  ↳ $f = 425,99\ Hz$
- gráfico 2, $\alpha = 0,4545$ $\boxed{\lambda = 1,818\ m}$
  ↳ $f = 376,34\ Hz$
- gráfico 3, $\alpha = 0,357$ $\boxed{\lambda = 1,428\ m}$
  ↳ $f = 479,3\ Hz$
- gráfico 4, $\alpha = 0,3295$ $\boxed{\lambda = 1,318\ m}$
  ↳ $f = 525,06\ Hz$
- gráfico 5, $\alpha = 0,2645$ $\boxed{\lambda = 1,058\ m}$
  ↳ $f = ???$

b) ??

c) $v = \lambda f$

$v_1 = 1,622 \cdot 425,99 = 690,93\ m/s$ $v_3 = 1,428 \cdot 479,3 = 684,44\ m/s$

$v_2 = 1,818 \cdot 376,34 = 684,19\ m/s$ $v_4 = 1,318 \cdot 525,06 = 692,03\ m/s$

$\bar{v} = 687,9\ m/s$

d) $v = \lambda \cdot f \rightarrow f = \frac{v}{\lambda} = v \cdot \frac{1}{\lambda}$ gráfico de $f \times \frac{1}{\lambda}$ → coeficiente angular = velocidade

Ao montar o gráfico 6 ($f \times 1/\lambda$) temos que o coeficiente angular foi 701,41; então por esse método a velocidade encontrada foi de 701,43 m/s

e) no item c a velocidade do som encontrada foi de 687,9 m/s, no item d esta velocidade mudou muito, foi para 701,43 m/s. O 2º método é mais distante da realidade

f) diapasão desconhecido $f = ?$ $\quad v = 687{,}9\,m/s$ ou $v = 701{,}43\,m/s$

$\lambda = 1{,}058\,m$

$v = \lambda \cdot f$

$f = \frac{v}{\lambda} = \frac{687{,}9}{1{,}058} = 650{,}19\,Hz \rightarrow$ por método c

$v = \lambda \cdot f$

$f = \frac{701{,}43}{1{,}058} = 662{,}96\,Hz$

$\hookrightarrow$ método d

g) $v(T) = v_0\sqrt{1+\beta \cdot T}$ $\quad * T = 24°C$

$687{,}9 = v_0 \cdot \sqrt{1+\frac{24 \cdot 1}{273}} = v_0 \cdot 1{,}0430 \quad | \quad v_0 = 659{,}54\,m/s$

h) $L = \frac{n \cdot \lambda}{4}$ $\quad | \quad f = \frac{v}{\lambda} = \frac{v}{2L}$ $\quad \lambda = \frac{2L}{n}$ $\quad \therefore L = \frac{\lambda \cdot n}{2}$ $\rightarrow$?

$\hookrightarrow \lambda = 2L$

i) Um outro experimento que poderia ser realizado em casa é utilizando um cano de PVC e um balde com água, o cano seria colocado verticalmente no balde, a extremidade fechada seria controlada pela altura da água dentro do cano e o som poderia ser emitido por um celular, usando áudios com frequência determinada que podem ser encontrados na internet.

Conclusão

O experimento aparenta ser muito eficiente porém eu não soube trabalhar com os dados, o que gerou um grande erro nos meus resultados, já que as velocidades do som no ar encontradas por mim se distanciaram muito do valor real, que a 20°C é de 343 m/s, um valor muito diferente de 687,9 m/s.

FORONI

Refiz os cálculos utilizando a formula encontrada no livro de física Halliday (volume 2)

A fórmula é L = nλ/ 2 ao invés de ser L = nλ/4, com isso consegui chegar a resultados mais coerentes em a; c; f; g. E também consegui chegar na dedução da fórmula (item h).

Análise dos Resultados

a) Calculando o comprimento λ, com base nos gráficos temos distância no eixo y e nó no eixo x. Segundo a equação $d = n \cdot \frac{\lambda}{4}$, então, o coeficiente angular $\alpha = \frac{\lambda}{2}$, $\lambda = 2\alpha$. O coeficiente angular de cada gráfico apresenta-se no mesmo (em anexo)

- gráfico 1, $\alpha = 0,4055$ $\boxed{\lambda = 0,811\ m}$ b) ??
  - ↳ $f = 425,99\ Hz$
- gráfico 2, $\alpha = 0,4545$ $\boxed{\lambda = 0,909\ m}$
  - ↳ $f = 376,34\ Hz$
- gráfico 3, $\alpha = 0,357$ $\boxed{\lambda = 0,714\ m}$
  - ↳ $f = 479,3\ Hz$
- gráfico 4, $\alpha = 0,3295$ $\boxed{\lambda = 0,659\ m}$
  - ↳ $f = 525,06\ Hz$
- gráfico 5, $\alpha = 0,2645$ $\boxed{\lambda = 0,529\ m}$
  - ↳ $f = ???$

c) $v = \lambda \cdot f$

$v_1 = 0,811 \cdot 425,99 = 345,48\ m/s$ $v_3 = 0,714 \cdot 479,3 = 342,22$

$v_2 = 0,909 \cdot 376,34 = 342,09\ m/s$ $v_4 = 0,659 \cdot 525,06 = 346,01$

$\boxed{\bar{v} = 343,95\ m/s}$

f) diapasão desconhecido $f = ?$ $\quad v = 343{,}95\,m/s$

$\lambda = 1{,}058\,m$

$v = \lambda \cdot f$

$f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{343{,}95}{1{,}058} = \boxed{325{,}09\ Hz}$ → para método c

$v = \lambda \cdot f$

$f = \dfrac{701{,}43}{1{,}058} = 662{,}96\ Hz$

↪ método d

g) $v(T) = v_0 \sqrt{1 + \beta \cdot T}$ $\quad * T = 24°C$

$343{,}95 = v_0 \cdot \sqrt{1 + \dfrac{24 \cdot 1}{273}} = v_0 \cdot 1{,}0430 \quad \boxed{v_0 = 329{,}77\ m/s}$

h) $L = \dfrac{n \cdot \lambda}{2}$ $\quad f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{v}{2L}$ $\quad \lambda = \dfrac{2L}{n}$ $\quad \boxed{L = \dfrac{\lambda \cdot n}{2}}$

↪ $\lambda = 2L$