

T24 - Ressonâncias acústicas em tubos

14

Objetivos:

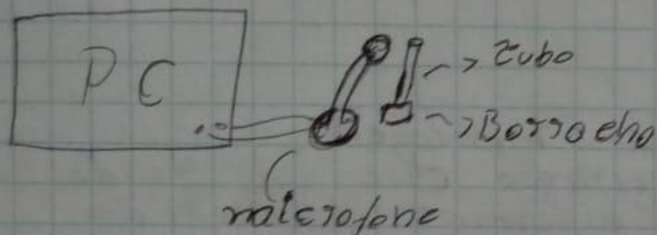
- Estudo da frequência de ressonâncias acústicas em tubos fechados numa e nos duas extremidades

- Determinar a velocidade do som no ar utilizando os 2 tubos.

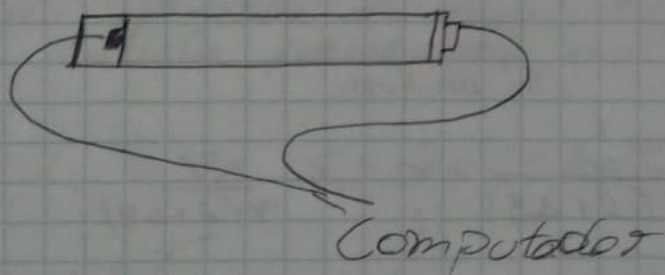
tipos de

Montagem:

1ª montagem



2ª montagem para tubos fechados nas duas extremidades



Cuidados ⚠

- Para cada medição, anotar o valor da temperatura.
- Não segure os tubos com as mãos para não realizar transferência de calor.

~~Assinatura~~

Procedimentos e etapas

(Real.)

1ª Parte:

- Realizar a montagem
- Abrir e testar o programa Audacity
- Medir as características dos tubos.
- Ligando a gravação, assopre o tubo com uma das extremidades fechadas e registre a frequência de acordo com o número de modo.
- Deve considerar a contagem dos modos a partir do 2º.

Imc

2ª Parte:

- Realizar a 2ª montagem
- no menu de gravação criar um guido branco com algumas deteções de segundos de duração.
- Utilize o Audacity para gravar o sinal do microfone e realizar a coleta dos dados

→ Fórmulas:

$$f = \frac{v}{2(L + \Delta L)} \cdot n + \frac{v}{4(L + \Delta L)}$$

→ Vel. do Som

numero
do modo de
vibração

Comprimento
do tubo

$$\Delta L = 0.305 D$$

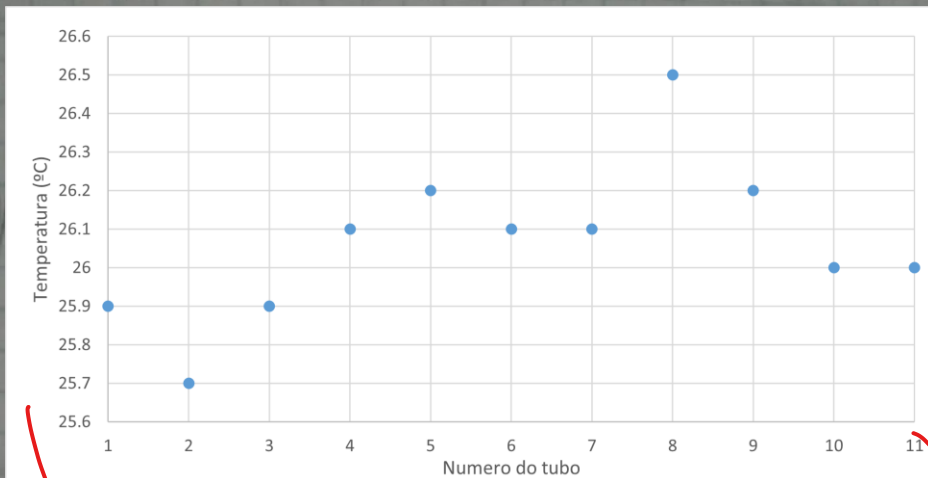
() diâmetro
do tubo
() correção em
relação ao comprimento
do tubo

MLScats
microfones

Análise de Dados

- Cálculo da pressão de vapor de água e determinação da temperatura ambiente.

Ao decorrer da experiência, registra-se a temperatura T a qual foi possível obter o gráfico e.



barras de incertezas!

não é hora
ideia

Gráfico da temperatura ao decorrer da experiência.

no \neq 1
som \neq 1
para \neq 1

Com T foi possível obter um valor médio de $\bar{T} = (26,1 \pm 0,7)^\circ\text{C}$. Com a temperatura definida conseguimos obter o valor da pressão de vapor saturado por meio da tabela fornecida no laboratório.

$$\rightarrow \text{Para } T = 26 \Rightarrow P_{vH_2O} = 25,22 \text{ mmHg}$$

Deste forma, com a fórmula de velocidade:

$$v = 351,4 + 0,604 T + 0,083 v_{H_2O}$$

Obtemos o valor de referência para a velocidade do som.

$$v_{ref} = (349,2 \pm 0,2) \text{ m/s}$$

$$u(v) = \left(\frac{2v}{2T} \right)^2 u(T)^2$$

- 1- parte: tubos fechados numa das extremidades

Com o programa audacity, gravamos o audio do tubo fechado em ressonancia ao soprarmos, assim foi possível obter os espectros de frequencia como na figura 1 para os tubos utilizados, sendo possível obter o grafico 2.

Características dos tubos

tubo l (m)	D (cm)
1	0,218
2	0,06
3	0,129
4	0,119
5	0,169
6	0,149
7	0,138
8	0,179
9	0,108
10	0,24
11	0,26

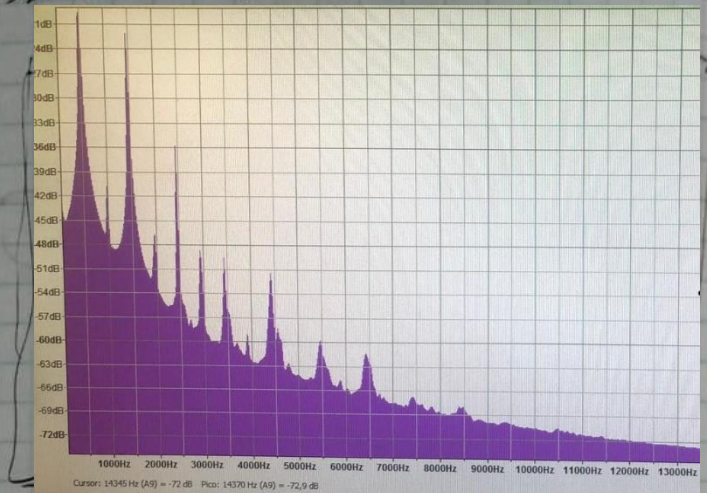


Figura 1 - Espectro de frequências de ressonância

$$L = U(D) = 0,002$$

$$U(l) = 0,01$$

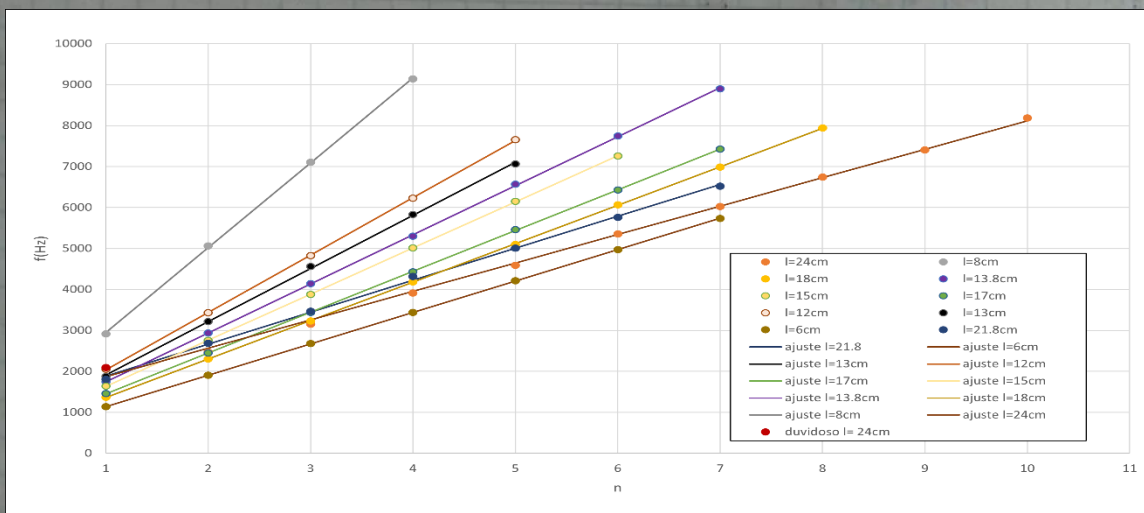
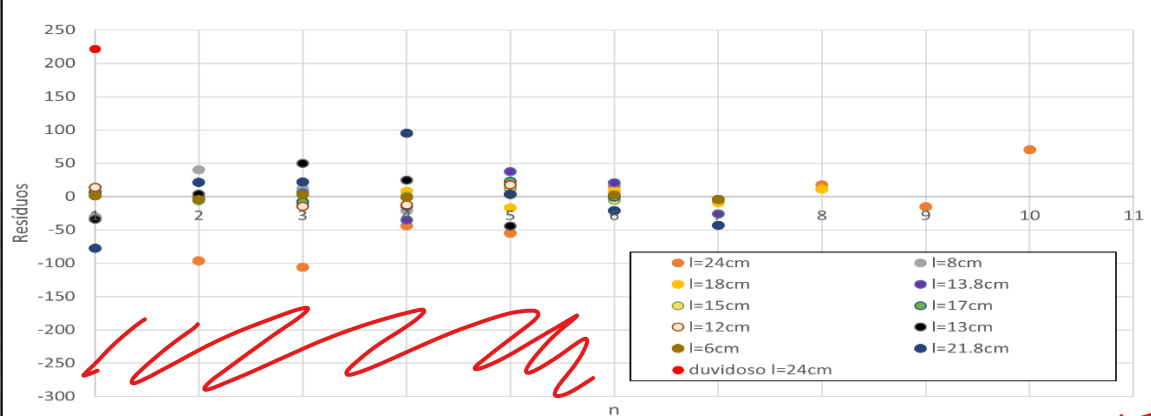


Gráfico 2 - frequência f em função do número n do modo de vibração.

mal formatado!



Gráficos - Resíduos do gráfico 1 -
- Resíduos aleatórios, boa gama experimental

Proj. lin tubo 1				Proj. lin tubo 4				Proj. lin tubo 7			
m	780	1106	b	m	1400	639	b	m	1197	545	b
u(m)	11	51	u(b)	u(m)	5	18	u(b)	u(m)	5	23	u(b)
r ²	0.9989	61	s(y)	r ²	1.0000	17	s(y)	r ²	0.9999	28	s(y)

Proj. lin tubo 2				Proj. lin tubo 5				Proj. lin tubo 8			
m	766	374	b	m	996	456	b	m	939	423	b
u(m)	1	3	u(b)	u(m)	2	11	u(b)	u(m)	2	9	u(b)
r ²	1.0000	4	s(y)	r ²	1.0000	13	s(y)	r ²	1.0000	12	s(y)

Proj. lin tubo 3				Proj. lin tubo 6				Proj. lin tubo 9			
m	1299	614	b	m	1126	510	b	m	2072	877	b
u(m)	14	48	u(b)	u(m)	2	8	u(b)	u(m)	18	48	u(b)
r ²	0.9996	45	s(y)	r ²	1.0000	9	s(y)	r ²	0.9999	39	s(y)

Proj. lin tubo 10			
m	693.84	1178	b
u(m)	11	68	u(b)
r ²	0.9980	100	s(y)

alg. signif. errado

sendo em conta que:

$$x \cdot f = \frac{v}{2(l + \Delta y)} \cdot n + \frac{v}{4(l + \Delta y)}$$

conseguimos montar um gráfico com as respectivas velocidades.

Mostran

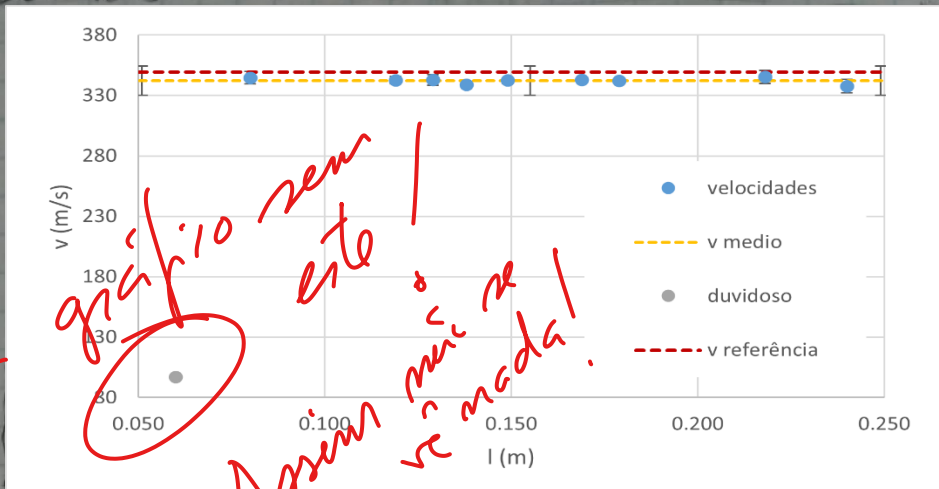


Gráfico 4 - Velocidades do 80m determinado por comprimento do tubo

Não! Revisando o ponto duvidoso obtemos um valor para a média da velocidade do 80m de $\bar{v}_{med} = (342 \pm 10) \text{ m/s}$ com $\text{inc} = 3\%$. Com o erro referente ao diferencial Δv de 2%.

Reorganizando a equação acima para conseguirmos obter a forma do meio da análise do gráfico de l em função de $1/f$ para modos com o mesmo número n.

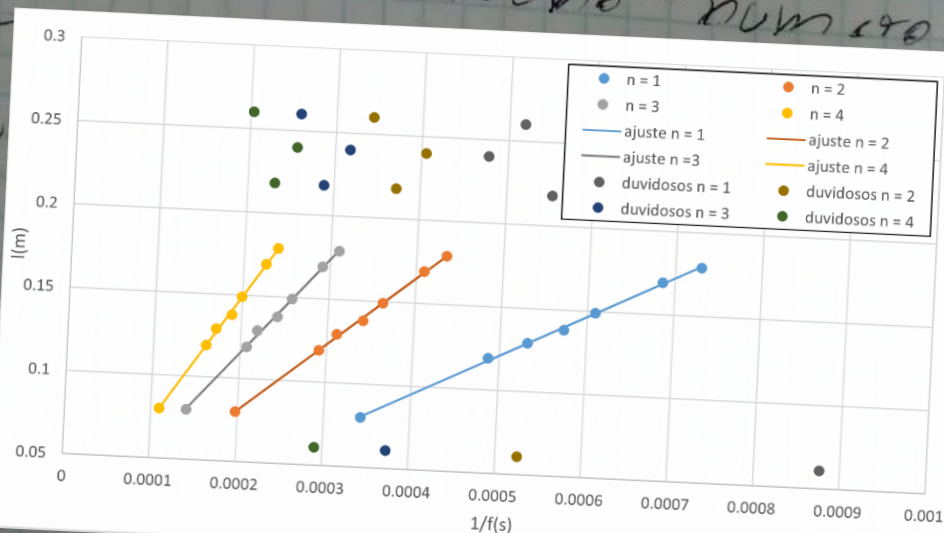


Gráfico 5 - Comprimento l do tubo em função de $1/f$ para $n = 1, 2, 3$ e 4 .

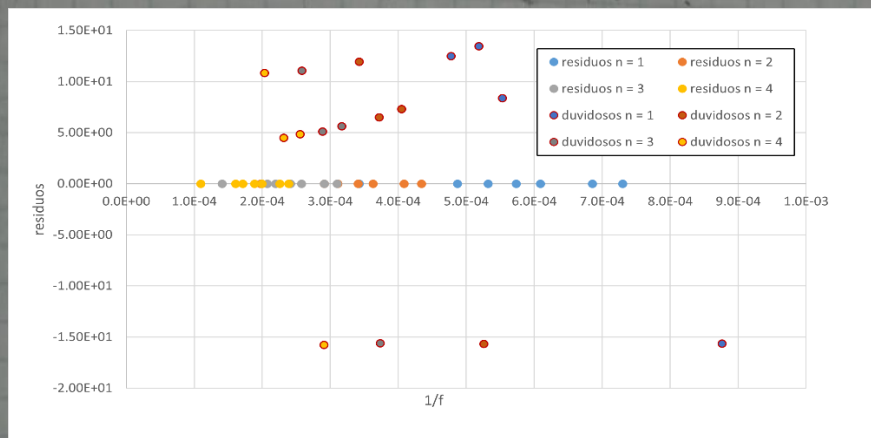
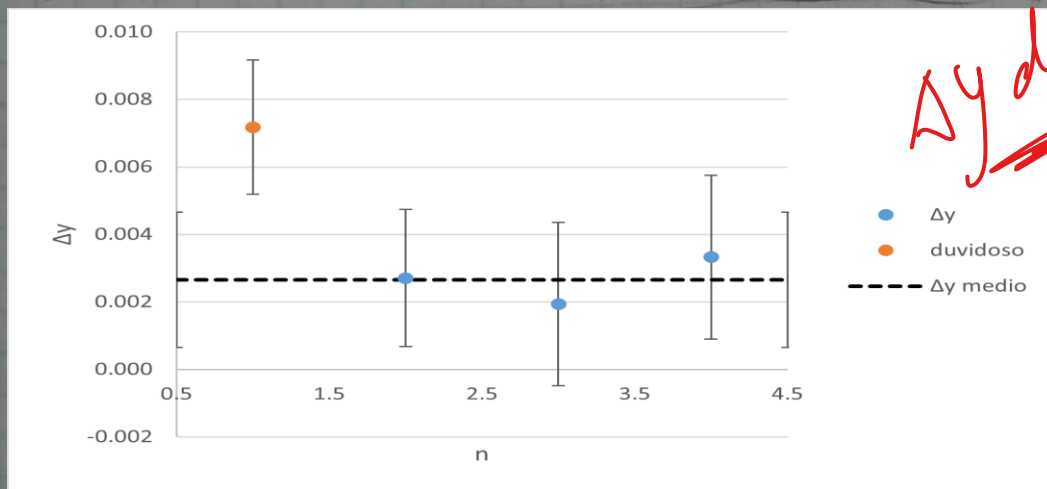


Gráfico 6 - Resíduos do gráfico 5 com os respectivos pontos duvidosos

Proj. lin n = 1				Proj. lin n = 2			
m	256	-0.007	b	m	418	-0.003	b
u(m)	3	0.002	u(b)	u(m)	6	0.002	u(b)
r ²	0.9991	0.0011	s(y)	r ³	0.9990	0.0011	s(y)
Proj. lin n = 3				Proj. lin n = 4			
m	586	-0.002	b	m	762	-0.003	b
u(m)	10	0.002	u(b)	u(m)	13	0.002	u(b)
r ⁴	0.9986	0.0014	s(y)	r ⁵	0.9986	0.0014	s(y)

Para $n > 4$ não tinhamos dados o suficiente para análise ou tinha-se muitos pontos duvidosos, por isso a escolha de n até 4.

Com os ajustes, podemos obter os valores de Δy com o gráfico com os valores de Δy .



Δy de referência?

Gráfico 4 - Dispersão dos valores de Δy e sua média

Unde vemos $\Delta B = (0,0034 \pm 0,002)$

A partir deste valor é possível determinar novamente a velocidade do som com uma vez mais como obtemos mais uma vez um gráfico de comparação das velocidades

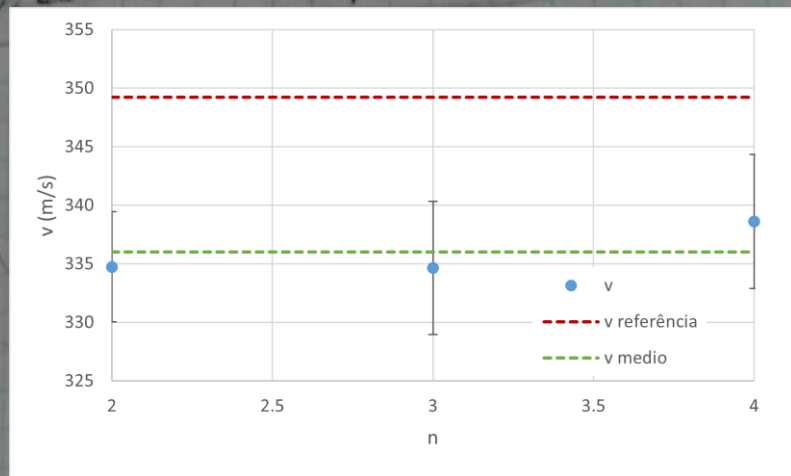
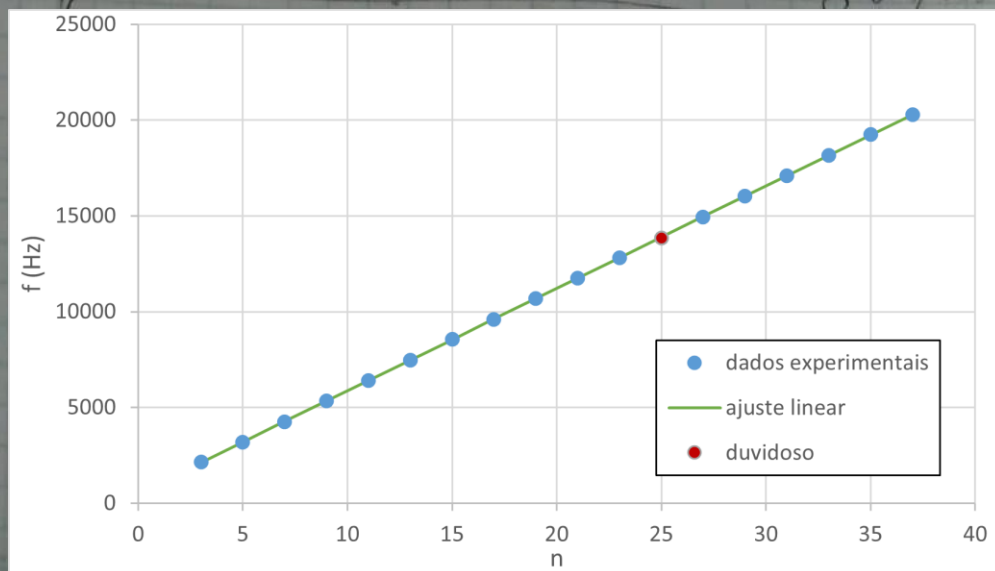


Gráfico 8 - velocidades experimentais

Obteve-se $\bar{v} = (336 \pm 9) \text{ m/s}$, com $\text{inc.} = 3\%$ e um erro de 4% comparado ao valor referencial

→ 2 = Parte 2: Cubo fureado nas duas extremidades

Da mesma forma feita na primeira parte, com a diferença que agora colocamos um tubo branco dentro do tubo com a ajuda do audacity, obtemos o espectro e já é possível (calcula) obter o gráfico seguinte



ESPECTRO

Gráfico 9 - Frequência $f(H)$ em função de h

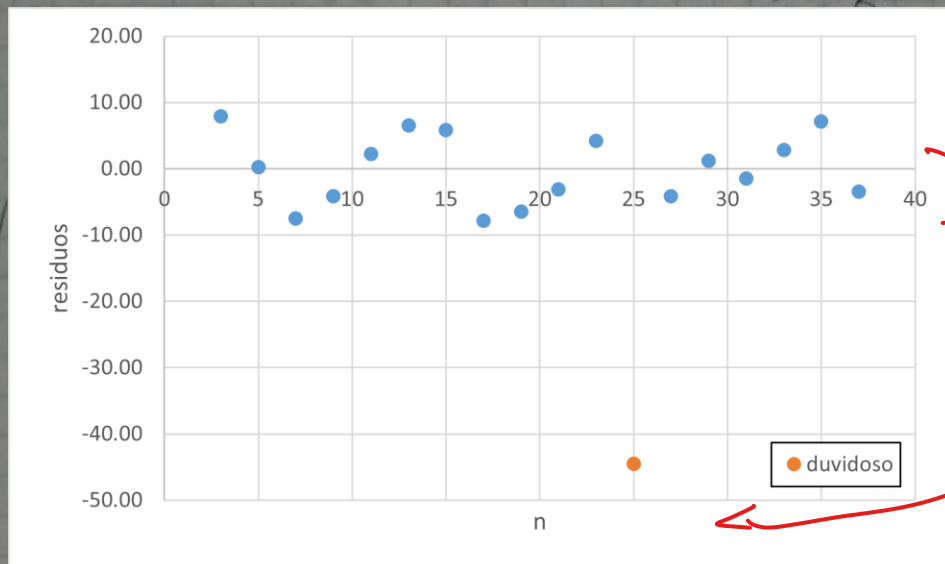


Gráfico 10 - Resíduos do gráfico 9 e seus respectivos pontos duvidosos

Matriz de covariância do gráfico 9

m	534,3	824	b
$u(m)$	0,1	3	$u(b)$
σ	1	<u>5,44</u>	$\sigma(y)$

alg. insignif. em cd's

Sabendo que, poro. todos feitos nas duas alturas, temos:

$$f = \frac{v}{2l} \cdot n + \frac{v}{2l}$$

$$\therefore n = 2ml$$

$$u(v)^2 = (2l)^2 \cdot u(m)^2$$

Dessa forma temos

$$v_0 = (534,3 \pm 0,4) \text{ m/s}$$

inc% = 0,02%

Com um erro relativo de 53% ao valor

impossível!

Com todos os valores de velocidade podemos compilar tudo em um gráfico. Como para o tubo fechado

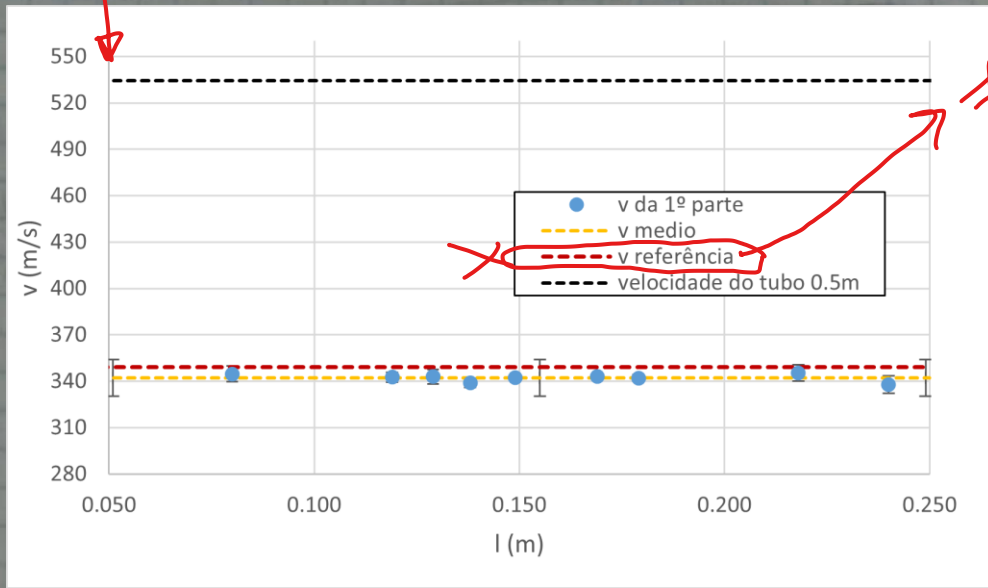


Gráfico II - Gráfico das velocidades encontradas experimentalmente

Para as velocidades do 1º experimento utilizamos como valor final as encontradas por meio de $\Delta g = 0,305 D$.

Identificação do Resultado Final?

Conclusão

Foi determinado experimentalmente a velocidade do som de três formas diferentes, onde obtemos bons resultados para as primeiras partes da experiência.

A utilização do fator de correção $\Delta g = 0,305 D$ nos ajudou a obter um erro menor para a velocidade do som comparado ao valor de 4%, por conta que leva em conta os diferentes valores de diâmetro para os tubos.

Já na segunda parte do experimento, usando o tubo fechado nos dois extremidades, obtivemos o pior resultado, com erro de 53%, devido ao modo de vibração dos eixos do tubo. Desse modo, nos escolhemos o valor final de $v = (342 \pm 40) \text{ m/s}$ com inc. = 3% e erro = 2%.