

cidade, os cálculos se distanciam da realidade, obtendo valores imprecisos de  $T$ , que é quando comparados aos Teóricos. Para um experimento deste calibre, é recomendável o uso de algum instrumento para garantir uma constância no valor do ângulo  $\theta$  utilizado para determinar cada período experimentalmente.

## ↳ Bibliografia

• Halliday, David. Fundamentos de Física vol II. Gravitação, Ondas e Termodinâmica, décima edição - Rio de Janeiro LTC. 2016.

# Exp. 3

## ↳ Corda Vibrante

### • Introdução

As cordas vibrantes correspondem à flexão e tensionadas em suas extremidades, geralmente são bastante utilizadas em instrumentos musicais como violão, guitarra, violino, banjo e etc.

Uma corda estará em vibração quando suas pontas da posição de equilíbrio estiverem afastadas. Os corpos possuem várias frequências de ressonância, os chamados modos harmônicos. Uma perturbação no sistema se propaga pela corda em forma de ondas, quando atinge um dos extremos, a onda é refletida, o que é chamado de onda estacionária. É possível determinar a frequência da vibração a partir da seguinte equação:

$$f = \frac{m v}{2L}$$

Também sabe-se que a velocidade de propagação da onda é dada por:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$$

sendo que  $\begin{cases} F \Rightarrow \text{Tensão aplicada na corda} \\ \mu \Rightarrow \text{densidade linear} \end{cases}$

Para que uma onda estacionária seja produzida, as informações da seguinte equação devem ser conhecidas:

$$m g = \frac{\mu f^2 4L^m}{(p-1)^2}$$

### • Materiais e Métodos

① experimento foi dividido em três partes. Inicialmente, foi montado o sistema com a rolana e o vibrador, ajustando o comprimento  $L$  em 1,5 m e a frequência em 30 Hz, além de anotar os erros referentes aos instrumentos utilizados. A primeira parte consistiu em obter valores para  $M$  entre 5 e 400 g para ondas estacionárias com número de nós de 2 a 6, nos quais, frequência, gravidade, densidade linear e comprimento foram fixados, além de construir uma tabela relacionando massa, o número de nós  $p$  e  $(p-1)$ . Em seguida, na segunda parte, o comprimento  $L$  foi variado de 0,5 a 1,5 metros e as massas foram determinadas para ondas estacionárias com 3 nós, nesse caso, frequência, gravidade, densidade linear e número de nós foram fixados, ademais, uma tabela relacionando o comprimento  $L$  e a massa  $M$  foi construída. Por fim na terceira parte, o procedimento descrito

na primeira parte foi repetido para um fio de menor espessura e a densidade linear  $\mu$  de cada fio foi determinada. Posteriormente, obtidas as medidas, gráficos de log foram construídos para a primeira e para a segunda parte, a fim de obter os valores do expoente  $x$  no primeiro e no terceiro caso. Por fim, os resultados obtidos foram analisados e comparados.

## • Resultados e discussão

### \* medidas realizadas

#### Etapa 1

- Fio 1
- massa do fio =  $1,1218 \pm 0,0001 \text{ g}$
  - comprimento total do fio =  $1,866 \pm 0,005 \text{ m}$
  - $L = 1,50 \text{ m} \pm 0,05 \text{ cm}$
  - frequência =  $30 \pm 1 \text{ Hz}$

- Fio 2
- massa do fio =  $0,6605 \pm 0,0001 \text{ g}$
  - comprimento total do fio =  $1,845 \pm 0,005 \text{ m}$
  - $L = 1,50 \pm 0,05 \text{ cm}$
  - frequência =  $30 \pm 1 \text{ Hz}$

- Fio 3
- massa do fio =  $0,4039 \pm 0,0001 \text{ g}$
  - comprimento total do fio =  $1,945 \pm 0,005 \text{ m}$
  - $L = 1,50 \pm 0,05 \text{ cm}$
  - frequência =  $30 \pm 1 \text{ Hz}$

*medida \**

Determinação das massas para o fio 1 variando o número de nós		
Massa M ( $\pm 1g$ )	p	(p-1)
369	2	1
107	3	2
45	4	3
25	5	4
14	6	5

Determinação das massas para o fio 2 variando o número de nós		
Massa M ( $\pm 1g$ )	p	(p-1)
218	2	1
64	3	2
30	4	3
15	5	4
8	6	5

Determinação das massas para o fio 3 variando o número de nós		
Massa M ( $\pm 1g$ )	p	(p-1)
130	2	1
34	3	2
13	4	3
8	5	4
5	6	5

Etapa 2

\* fio 1

massa do fio =  $1,1218 \pm 0,0001g$

Comprimento total =  $1,866 \pm 0,005$  cm

\* fio 3

massa do fio =  $0,4039 \pm 0,0001g$

Comprimento total =  $1,945 \pm 0,005$  m

\* fio 2

massa do fio =  $0,6605 \pm 0,0001g$

Comprimento total =  $1,845 \pm 0,0005$  m

frequência =  $30 \pm 1$  Hz

P-1 = 2

L (M)	M (G) *		
	fio 1	fio 2	fio 3
1,50	107	64	34
1,25	70	36	18
1,00	38	27	12
0,75	23	12	5
0,50	12	5	2

# \* Gráficos

Gráfico diâlog da determinação das massas para o fio 1 variando o número de nós

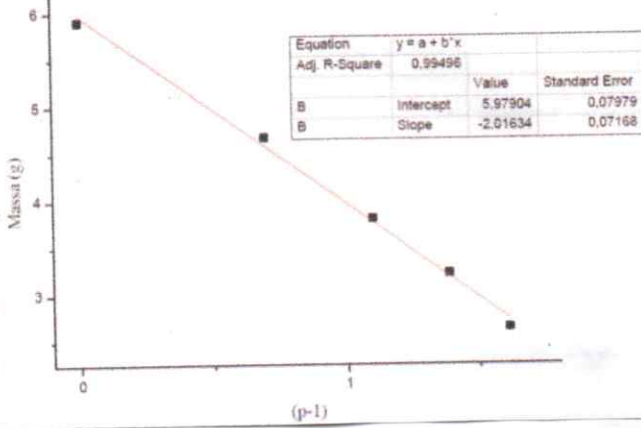


Gráfico diâlog da determinação das massas para o fio 2 variando o número de nós

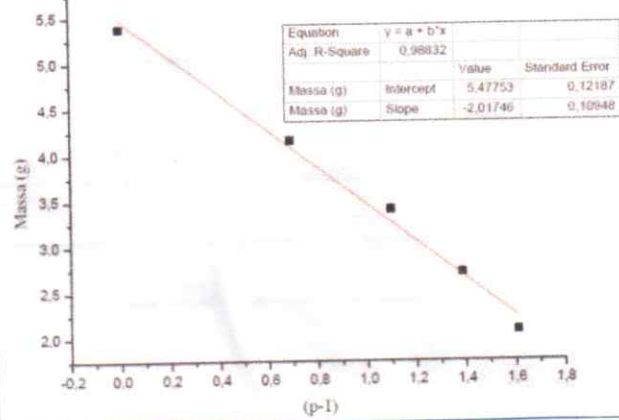


Gráfico diâlog da determinação das massas para o fio 3 variando o número de nós

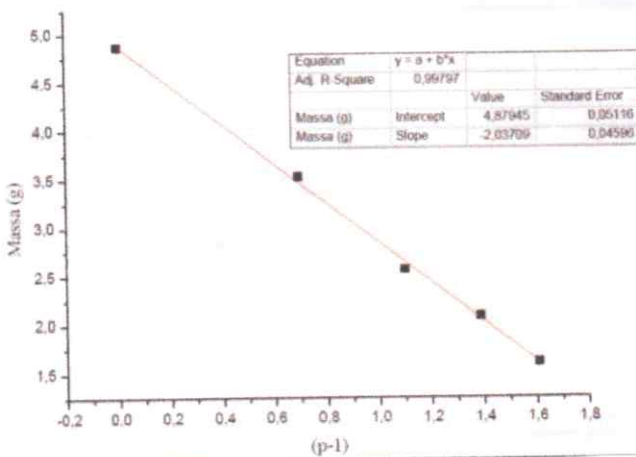
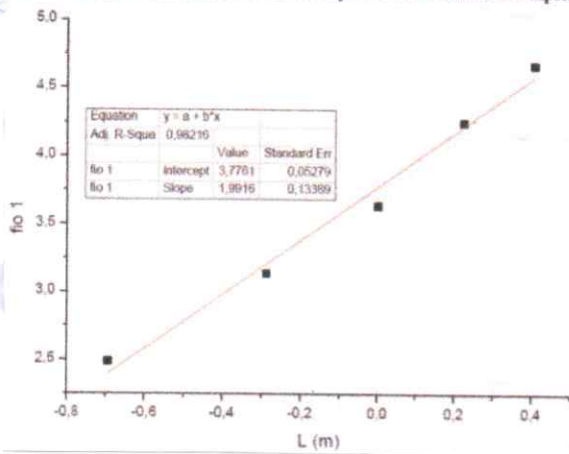


Gráfico dílog da determinação das massas para o fio 1 variando o comprimento



Handwritten notes in blue ink, including the formula  $f = \frac{v}{\lambda}$  and  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ , and a derivation of the slope of the graph.

Gráfico dílog da determinação das massas para o fio 2 variando o comprimento

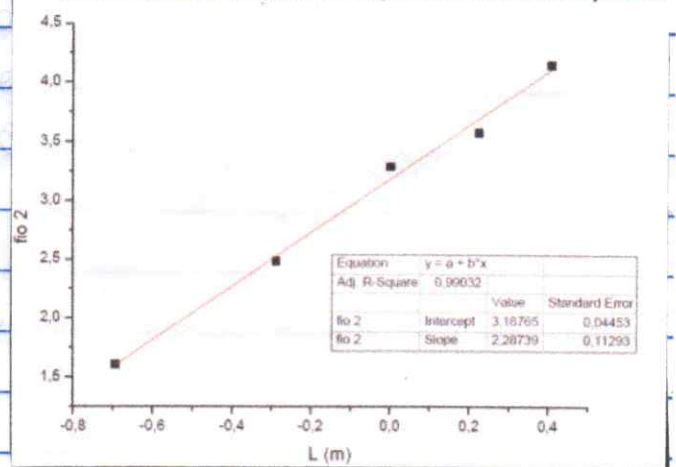
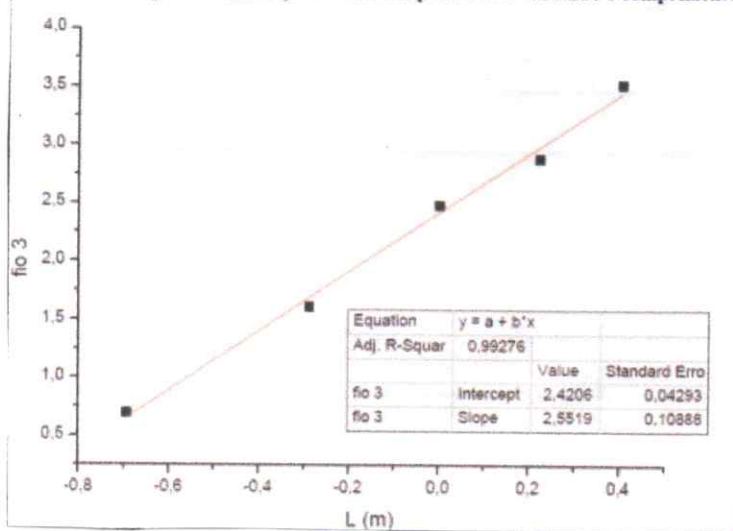


Gráfico dílog da determinação das massas para o fio 3 variando o comprimento



Handwritten notes in blue ink, including the formula  $f = \frac{v}{\lambda}$  and  $v = \sqrt{\frac{T}{\mu}}$ , and a derivation of the slope of the graph.

Para determinação dos coeficientes  $m$  e  $x$  da equação, deve-se considerar o seguinte raciocínio:

$$mg = \frac{\mu f^2 4L^m}{(P-1)^x} \rightarrow m = \frac{\mu f^2 4L^m}{g (P-1)^x}$$

aplicando-se  $\log$  nos dois lados:

$$\log m = \log \frac{\mu f^2 4L^m}{g} + \log (P-1)^{-x} \rightarrow \log m = \log \frac{\mu f^2 4L^m}{g} - x \log (P-1) \quad \text{I}$$

Portanto, ao construir um gráfico de  $\log M \times (P-1)$ , tem-se que o coeficiente angular do gráfico será igual a  $-x$ . Dessa forma, utilizando os gráficos obtidos nos experimentos, o  $x$  calculado para os fios 1, 2 e 3 foi de respectivamente: 2,016; 2,017 e 2,037.

Analogamente, temos que, para calcular o  $m$ :

$$mg = \frac{\mu f^2 4L^m}{(P-1)^x} \rightarrow m = \frac{\mu f^2 4}{g (P-1)^x} L^m$$

$$\log m = \log \frac{\mu f^2 4}{g (P-1)^x} + \log L^m \rightarrow \log m = \log \frac{\mu f^2 4}{g (P-1)^x} + m \log L \quad \text{II}$$

Utilizando novamente os gráficos do experimento, o  $m$  calculado para os fios 1, 2 e 3 foi de respectivamente: 1,991; 2,287 e 2,551.

O valor teórico para  $x$  e  $m$  é de 2, logo o valor de  $x$  foi encontrado perfeitamente para os 3 fios, já o valor de  $m$  sofreu um leve desvio. Este foi totalmente plausível pois para um comprimento menor que 1,50 m, manter a frequência de oscilação em 30 Hz é um pouco complicado o que pode explicar esses seus encontrados.

### - Etapa 3

Considerando novamente os três primeiros gráficos, tem-se que os coeficientes lineares dos fios 1, 2 e 3 são respectivamente de: 5,97; 5,47 e 4,87.

Pela equação (I) o coeficiente linear do gráfico é igual a  $\frac{\log \mu f^2 L^3}{g}$ . Adotando  $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ ,  $m = 2$ ,  $f = 30 \text{ Hz}$

e  $L = 1,50$  (condições experimentais) o cálculo para determinar  $\mu$  dos três fios pode ser efetuado.

$$\text{fio 1} \Rightarrow 6,02 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/m}$$

$$\text{fio 2} \Rightarrow 3,58 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/m}$$

$$\text{fio 3} \Rightarrow 2,08 \cdot 10^{-4} \text{ Kg/m}$$

Analogamente é possível calcular a frequência utilizada a partir do  $\mu$  calculado experimentalmente e dos valores utilizados acima.

$$f = 28,75 \text{ Hz} \approx 29 \text{ Hz}$$

nota que a frequência está dentro da margem de erro da oscilada ( $30 \pm 1 \text{ Hz}$ ). Logo conclui-se que o experimento atingiu o objetivo.

### • Conclusão

nota-se que algumas variáveis foram calculadas com exatidão, enquanto outras teve um mínimo associado. Emu deixo que ocorreram não facilmente explicadas por erros instrumentais ou mal funcionamento de algum equipamento.



