

## Experimento 3

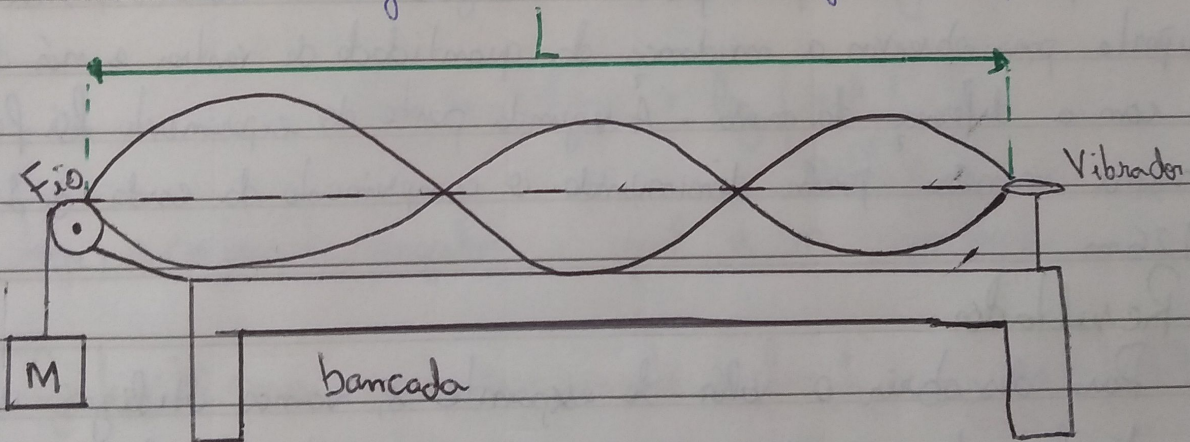
### Introdução

Ondas mecânicas propagam-se através de meios materiais diversos. Elas não transportam matéria, mas transmitem momento e energia, e podem assumir diferentes características, conforme varia-se o meio em que ela se propaga. No experimento em questão, será analisada a propagação de ondas em uma corda.

Define-se ondas estacionárias aquelas ondas que possuem sentidos contrários, mas que apresentam a mesma amplitude, comprimento de onda e oscilam sob mesma frequência.

Considerando que uma das extremidades da corda está fixa em um suporte e a outra ligada a um vibrador de frequência variável, se a frequência de ondas continuar constante, elas sofrerão reflexão. Em outras palavras, a frequência constante, elas sofrerão formação de nós e ventres da onda podendo inclusive, exibir mais de um harmônico visível.

O desenho a seguir ilustra a montagem do experimento:



É importante mencionar que a velocidade de propagação é intimamente relacionada com o material da corda, e obedece a equação:

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

sendo  $F$  a ~~força~~ tensão aplicada na corda, e  $\mu$  a ~~densidade~~ densidade linear, que é a relação entre massa da corda ( $m$ ) e o seu comprimento ( $L$ ). Outra equação utilizada para descrever a velocidade é:  $v = \lambda \cdot f$ , em que  $f$  é a frequência e  $\lambda$  é o comprimento de onda, também calculado através

da equação  $\lambda = \frac{2L}{n}$  sendo  $n = 1, 2, 3$  vales ou crestas

## Materiais e Métodos

Os materiais utilizados para esse experimento foram: vibrador mecânico, 3 cordas de ~~for~~ diferentes densidades, suporte de massa, Kit de massa, balança, trena, frequencímetro, fonte para alimentar o motor do frequencímetro e balança analítica (para medir a massa das cordas e calcular a densidade das mesmas)

O experimento foi preparado colocando-se uma corda com uma extremidade no vibrador controlado pelo frequencímetro e a outra extremidade na soldana, sendo que nesta extremidade presa na soldana estava presa a corda e suporte de massa com algumas peças do Kit de massas.

Após isto o frequencímetro foi ligado para fazer a corda vibrar, com isto foi observado os ventres e os nós formados pela vibração da corda, este procedimento foi repetido utilizando uma massa diferente para o suporte para observar a mudança da quantidade de ventres e nós de acordo com a diferença da massa. A segunda parte do experimento foi feita da mesma maneira porém diminuindo o comprimento da corda de 1,50 m para 1,25 m

## Resultados

Para descobrir o valor do expoente  $x$ , vamos utilizar um gráfico di-log de  $M$  versus  $(p-1)$  e a seguinte fórmula:

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

$$\rightarrow \log M = \log \left( \frac{4\mu L^n f^2}{g} \right) - \log (p-1)^x \rightarrow$$

$$\rightarrow \log M = -x \log (p-1) + \log \left( \frac{4\mu L^n f^2}{g} \right)$$

Com esta fórmula percebemos que o coeficiente angular das equações dos gráficos abaixo é igual a  $(-x)$ , portanto temos que:

"Gráfico 1: Massa utilizada no fio 1 versus  $(P-1)$ "

$$X_1 = 2,0161$$

"Gráfico 2: massa utilizada no fio 2 versus  $(P-1)$ "

$$X_2 = 2,0169$$

"Gráfico 3: massa utilizada no fio 3 versus  $(P-1)$ "

$$X_3 = 2,0365$$

Segundo um pensamento análogo à etapa passada temos:

$$mg = \frac{4\mu L^m f^2}{(P-1)^x} \rightarrow \text{Log } M = \log L^m + \log \left( \frac{4\mu f^2}{(P-1)^x g} \right)$$

$$\text{Log } M = m \cdot \log L + \log \left( \frac{4\mu f^2}{(P-1)^x g} \right)$$

Logo, o coeficiente angular é igual a  $m$ , portanto

"Gráfico 4: massa versus comprimento do fio 1"

$$m_1 = 1,9919$$

"Gráfico 5: massa versus comprimento do fio 2"

$$m_2 = 2,2874$$

"Gráfico 6: massa versus comprimento do fio 3"

$$m_3 = 2,592$$

Comparando os resultados obtidos dos expoentes  $m$  e  $x$ , e sabendo que pela teoria esses valores deveriam ser próximos de 2, podemos ver a precisão muito boa no fio 1 nos dois expoentes, uma boa precisão no expoente  $x$  do fio 2, mas não tão boa

no expoente  $n$  e finalmente uma precisão boa no expoente  $x$  do fio 3, mas uma precisão um pouco falha no expoente  $n$  do fio 3.

Agora vamos utilizar a seguinte fórmula para descobrir o valor da densidade linear de cada fio e utilizando os gráficos obtidos para descobrir o expoente  $x$ :

$$\log m = -x \log(p-1) + \log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right)$$

Com isso concluímos que os coeficientes lineares dos gráficos 1, 2, 3 são iguais a  $\log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right)$ , então para o fio 1 e

utilizando  $\mu_1 = 0,6011 \text{ g/m}$ , temos:

$$2,5971 = \log\left(\frac{4 \cdot 0,6011 \cdot 1,5^{1,9916} \cdot f^2}{9,8}\right)$$

$$2,5971 = \log(0,550 \cdot f^2) \rightarrow f = 26,81 \text{ Hz}$$

Agora com o valor da frequência, podemos descobrir  $\mu_2$  e  $\mu_3$ :

$$2,3789 = \log\left(\frac{4 \cdot \mu_2 \cdot 1,5^{2,2874} \cdot 26,81^2}{9,8}\right) \rightarrow \mu_2 = 0,3226 \text{ g/m}$$

$$10^{2,1191} = \frac{4 \mu_3 \cdot 1,5^{2,552} \cdot 26,81^2}{9,8} \rightarrow \mu_3 = 0,1593 \text{ g/m}$$

Agora vamos calcular o  $\mu_2$  e  $\mu_3$  pelos dados obtidos na parte experimental:

$$\mu_2 = 0,3579 \text{ g/m} \quad \mu_3 = 0,2076 \text{ g/m}$$

Vendo os dados, podemos ver a pequena diferença na frequência de 3,19, e como já visto pelos valores do

/ /

exponente  $n$ , podemos ver a diferença de 0,0483 na densidade do fio 3, uma diferença maior do que a diferença medida no fio 2, que foi de 0,0353. Apesar disso, fomos bem precisos, não havendo grandes disparidades.

"Tabela 1 - valores de massa para  $L$  fixo = 1,50 m"

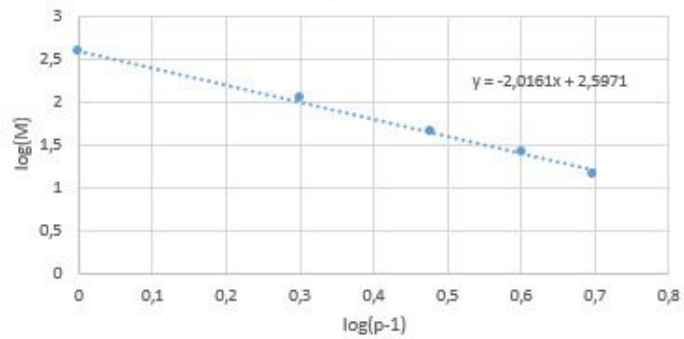
"Tabela 2 - valores de massa para  $p$  fixo = 3"

"Tabela 3 - valores de massa e comprimento dos fios"

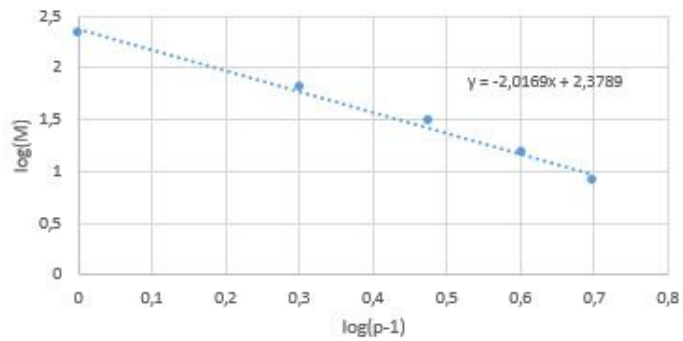
### Conclusão

Através do experimento adquiriu-se um conhecimento mais profundo a respeito de ondas estacionárias. Com os dados obtidos em laboratório, a partir da variação de elementos (tais como o comprimento do fio ou a massa presa à ele) montou-se um gráfico, foi possível calcular o valor dos expoentes das equações detalhadas nos resultados e discussão, uma vez que eles eram iguais ao coeficiente angular dos gráficos plotados. Também foram comparados os valores obtidos experimentalmente com os valores esperados pela teoria, notando que o fio 1 apresentou alta precisão, ~~foi~~ enquanto que no fio 3 essa precisão foi consideravelmente menor.

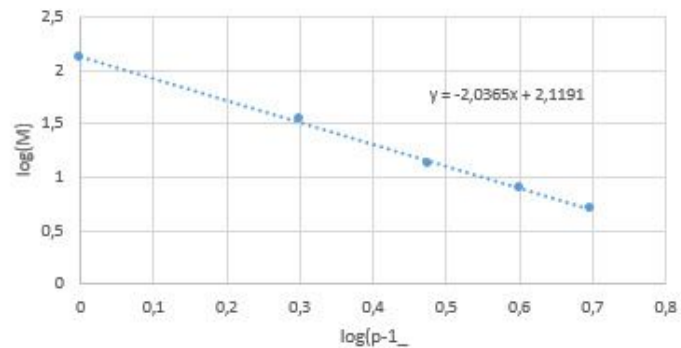
Massa utilizada no Fio 1 versus p - 1



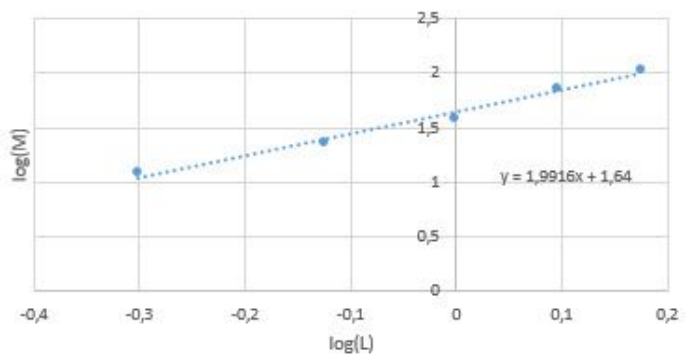
Massa utilizada no Fio 2 versus p-1



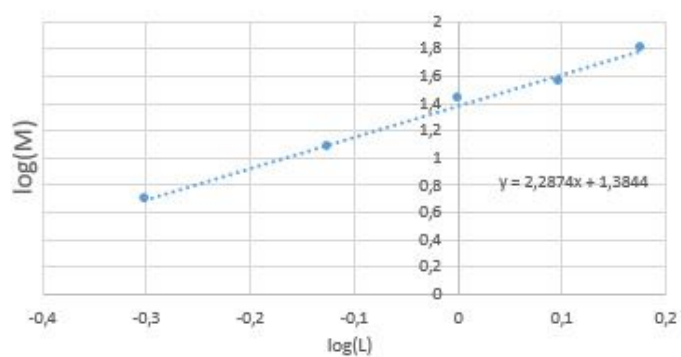
Massa utilizada no Fio 3 versus p-1



Massa versus comprimento do fio 1



Massa versus comprimento do fio 2



Massa versus comprimento do fio 3

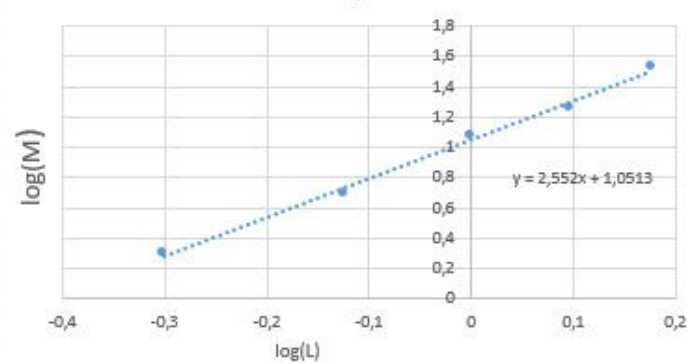


Tabela 1 - valores de massa para L fixo = 1,50 m

p	p-1	M (g) *		
		fio 1	fio 2	fio 3
2	1	369	218	130
3	2	107	64	34
4	3	45	30	13
5	4	25	15	8
6	5	14	8	5

\* já adicionado o valor da massa do suporte

Tabela 2- valores de massa para p fixo = 3

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

\* já adicionado o valor de massa do suporte

Tabela 3- valores de massa e comprimento dos fios

fio	massa do fio (g)	comprimento do fio (m)
1	1,1218	1,866
2	0,6605	1,845
3	0,4039	1,945