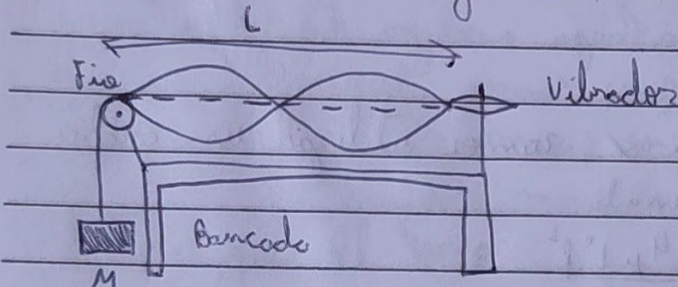


Experimento 3

Introdução

Ondas mecânicas propagam-se através de meios materiais densos. 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.

Definem-se ondas estacionárias aquelas ondas que possuem ventres e nós, mas que apresentam mesma amplitude, comprimento de onda e oscilam sobre 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 das ondas continua constante, elas sofrem reflexão. Em outras palavras, a frequência constante, haverá formação de nós e ventres da onda, podendo, inclusive, existir mais de um harmônico visual. O desenho a seguir ilustra a montagem do experimento.

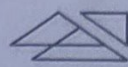


É importante mencionar que a velocidade de propagação é intimamente relacionada com o material da corda, e obedece a equação

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

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

$$\lambda = \frac{2L}{n}, \text{ sendo } n = 1, 2, 3, \dots$$



Metodologia:

Os materiais utilizados para esse experimento foram, vibrador mecânico, 3 cordas de diferentes densidades, suporte de massa, kit de massa, balança, travesseiro, 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 realizado colocando-se uma corda com uma extremidade no vibrador controlado pelo frequencímetro e a outra extremidade na roldana, sendo que nessas extremidades presa na roldana estava preso o suporte de massa com algumas peças do kit de massa.

Após isso o frequencímetro foi ligado para fazer a corda vibrar, com isso foi observado os ventos e os nós de corda com as diferenças de 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 e discussão

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

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

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

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

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

gráfico 1: massa utilizada no fio 1 $\times (p-1)$

gráfico 2: massa utilizada no fio 2 $\times (p-1)$

gráfico 3: massa utilizada no fio 3 $\times (p-1)$

Temos que: $x_1 = 2,0161$

$x_2 = 2,0169$

$x_3 = 2,0365$

Seguindo um pensamento análogo à etapa passada, temos

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

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

Logo, o coeficiente angular é igual a n , portanto

gráfico 4: massa \times comprimento de fio 1

gráfico 5: massa \times comprimento de fio 2

gráfico 6: massa \times comprimento de fio 3

Temos que: $n_1 = 1,9916$

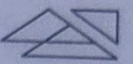
$n_2 = 2,2874$

$n_3 = 2,5520$

Comparando os resultados obtidos dos expoentes n e x , e sabendo que pelo termo esses valores deveriam ter sido próximos de 2, pode-se notar a precisão no fio 1 nos 2 expoentes, uma boa precisão para x nos fios 2 e 3, e uma baixa precisão para n no fio 3.

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

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



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

Então para o fio 1, utilizando $\mu_1 = 0,6011 \text{ g/m}$, temos que

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

$$2,5971 = \log(0,550 \cdot f^2)$$

$$f = 26,89 \text{ Hz}$$

Agora com o valor da frequência podemos descobrir μ_2 e μ_3

$$2,3789 = \log\left(\frac{4 \cdot \mu^2 \cdot 1,5^{2,12874}}{9,8} \cdot 26,81^2\right)$$

$$\mu_2 = 0,3226 \text{ g/m}$$

$$= \frac{4 \mu_3 \cdot 1,5^{2,45520}}{9,8} \cdot 26,81^2$$

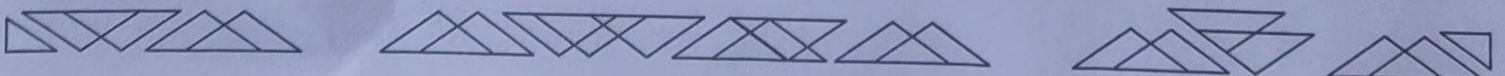
$$\mu_3 = 0,1593 \text{ g/m}$$

Agora vamos calcular o μ_2 e μ_3 pelos dados obtidos experimentalmente

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

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

Vendo os dados, podemos notar uma pequena diferença na frequência de 3,19, e como já visto pelos valores do expoente n , podemos ver a diferença de 0,0473 na densidade do fio 3, uma diferença maior do que a diferença notada no fio 2, que foi de 0,0353. Apesar disso, como os fios são bem precisos, não havendo grandes diferenças



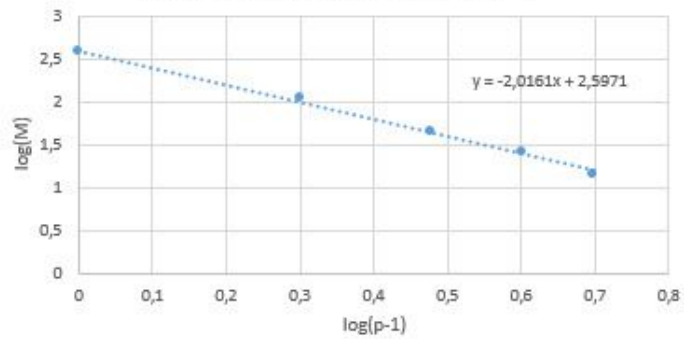


S	T	Q	Q	S	S	D
L	M	M	J	V	S	D

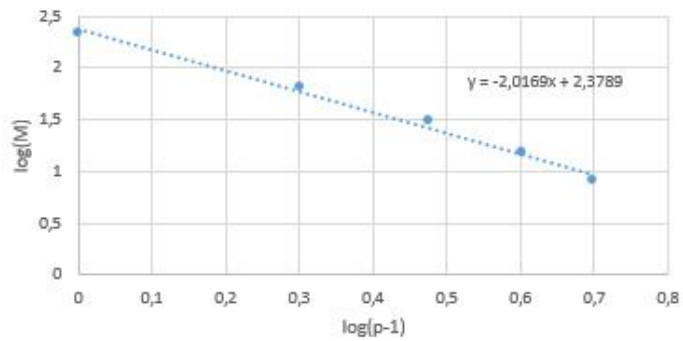
Conclusão:

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 material do fio, o seu comprimento ou a massa presa a ele) montou-se um gráfico em escala di-log. Através desse gráfico, foi possível calcular o valor dos expoentes das equações determinadas nos resultados e discussões, uma vez que eles eram iguais ao coeficiente angular dos gráficos plotados. Também foram comparados os valores obtidos experimentalmente com os esperados pela teoria, notando que o fio 1 apresentou alta precisão, enquanto que no fio 3 essa precisão foi consideravelmente menor.

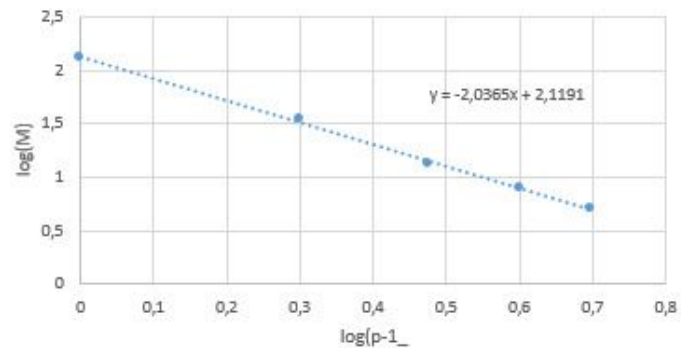
Massa utilizada no Fio 1 versus p - 1



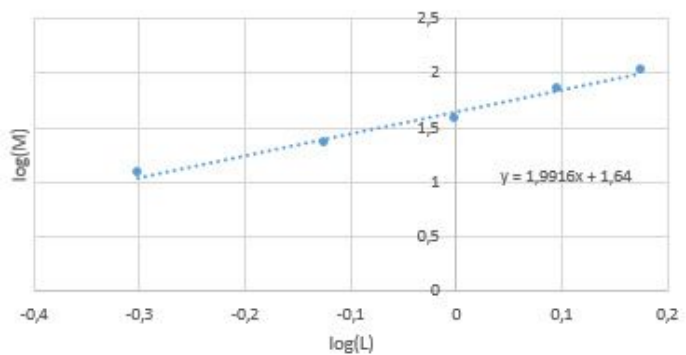
Massa utilizada no Fio 2 versus p-1



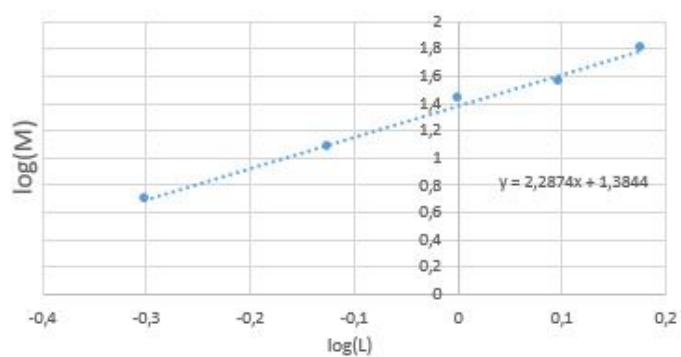
Massa utilizada no Fio 3 versus p-1



Massa versus comprimento do fio 1



Massa versus comprimento do fio 2



Massa versus comprimento do fio 3

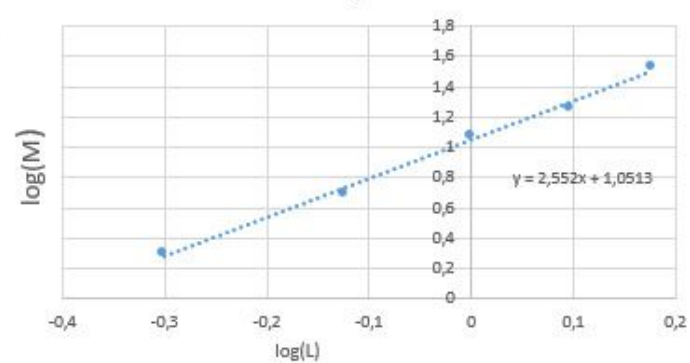


Tabela 1 - valores de massa para L fixo = 1,50 m

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