

Introdução

Uma onda é definida como uma perturbação em um determinado meio com uma oscilação em momentos periódicos. Genéricamente, ela é definida por:

$$v = \lambda f$$

v : velocidade de propagação da onda
 λ : comprimento de ondas
 f : frequência

As ondas, num fio com extremidades fixas, apresentam um comportamento estacionário, quando ondas incidentes e refletidas se sobrepõem, isto é, uma onda incidente ao atingir a extremidade do fio se reflete no sentido oposto.

Esse comportamento estacionário pode ser expresso por meio de n (modo de vibração), que se relaciona com a quantidade de pontos nodais e ventrais observados. Esses pontos são obtidos através das interferências entre as ondas, sendo que, no caso das destrutivas, observa-se os pontos nodais e das construtivas, os pontos ventrais.

Neste experimento, serão estudados, como a quantidade de nós, a frequência de vibração, a massa, o comprimento do fio influenciam no comportamento da onda, para isso recorrer-se-á a seguinte equação:

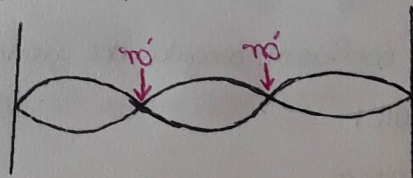
$$F = \frac{4\mu L^2 f^2}{(p-1)^2}$$

μ : densidade linear - L : comprimento do fio - F : força de distensão do fio
 $(p-1)$: quantidade de nós - 1

Metodologia

Os materiais utilizados foram: suporte com soldanas, vibrador com frequência variável, medidor de frequência, massas afendadas, balança, trena e 3 fios de densidades diferentes.

Primeiramente, fixou-se as soldanas e amarramos o fio mais grosso com um comprimento $L = 1,50m$. Depois, determinamos os valores de massa para a formação de ondas estacionárias de 2 a 6 nós. Posteriormente, o comprimento do fio foi alterado para $1,25m$; $1,00m$; $0,75m$; $0,50m$ e foi determinada a massa para a obtenção de 3 nós. Todos os procedimentos foram repetidos para os demais fios e suas densidades lineares determinadas experimentalmente.



Análise de dados

Tabela 1 -

massa do suporte	incerteza da trena	incerteza da balança digital	incerteza da balança analítica	Frequência usada
7g	$\pm 0,005m$	$\pm 1g$	$\pm 0,0001g$	30Hz

→ Determinar a densidade linear experimentalmente:

A partir da última etapa do procedimento experimental, foi possível calcular a densidade linear dos fios utilizados. Para isso, utiliza-se a definição $\mu = \frac{m}{L}$, sendo: μ : densidade linear

m : massa do fio

L : comprimento do fio.

	m (g)	L (m)	μ (g/m)
Fio 1	1,1218	1,866	0,6011
Fio 2	0,6605	1,845	0,3580
Fio 3	0,4039	1,945	0,2076

a) Obtenção do coeficiente $x \rightarrow$ Gráfico de $\log M$ versus $(p-1)$

Os gráficos estão em anexo.

p	$p-1$	$m_{\text{Fio 1}}$ (g)	$m_{\text{Fio 2}}$ (g)	$m_{\text{Fio 3}}$ (g)
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

A partir da equação (2) e $F = mg$

$$mg = \frac{4\mu L^n p^2}{(p-1)^x}$$

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

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

$$\log m = -x \log (p-1) + \log \left(\frac{4\mu L^n p^2}{g} \right) \quad (3)$$

Assim, o coeficiente angular dos gráficos é igual a $-x$. Desse modo,

$$x_1 = 2,0161$$

$$x_2 = 2,0169$$

$$x_3 = 2,0365$$

b) Obtenção do coeficiente $n \rightarrow$ Gráfico de $\log M$ versus L

Os gráficos estão em anexo.

L (m)	M _{FeO1} (g)	M _{FeO2} (g)	M _{FeO3} (g)
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

Analogamente a dedução da equação (3):

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

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

Assim, o coeficiente angular dos gráficos é igual ao expoente n.

$$n_1 = 1,9916$$

$$n_2 = 2,2874$$

$$n_3 = 2,5520$$

c) Comparando os valores de x e n obtidos nos itens a) e b), constata-se que $\bar{x} = 2,0231$ e $\bar{n} = 2,2740$. Assim, pode-se afirmar que os coeficientes x e n demonstram uma influência quadrática de (p-1) e L no cálculo da força.

d) Utilizando os gráficos apresentados no item a) (gráficos a.1, a.2, a.3), sabe-se que os coeficientes lineares das retas são numericamente iguais a $\log \left(\frac{4\mu L^n p^2}{g} \right)$.

Utilizando a densidade linear estimada para o fio (μ),

pode-se calcular a frequência do vibrador: ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e $\mu = 0,6011 \text{ g/m}$)

$$2,5971 = \log \left(\frac{4 \cdot 0,6011 \cdot 1,50^{1,9916} \cdot p^2}{9,8} \right)$$

$$f = 26,81 \text{ Hz}$$

Agora, partindo do valor da frequência calculada, pode-se encontrar os valores de μ_2 e μ_3 graficamente. Para isso, recorre-se aos gráficos a.2 e a.3 e aos coeficientes lineares:

$$(\mu_2): 2,3789 = \log \left(\frac{4\mu_2 \cdot 1,50^{2,2874} \cdot 26,81^2}{9,8} \right)$$

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

$$(\mu_3): 2,1193 = \log \left(\frac{4\mu_3 \cdot 1,50^{2,5520} \cdot 26,81^2}{9,8} \right)$$

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

Comparando com os valores encontrados no item d da parte experimental e com a frequência usada em laboratório (30 Hz), os valores calculados nesta questão são próximos, mas não idênticos. Tal fato ocorre devido a taxa de erro esperada para uma atividade prática. A frequência calculada se encontra numa faixa de erro menor que 15% e a maior faixa de erro para μ_2 e μ_3 é explicada pela propagação de erros.

Conclusão

Conclui-se que, como estudado especificamente nesta atividade, existe uma relação direta entre a quantidade de nós e a força aplicada, uma vez que, neste caso, quanto menor a massa, maior o número de nós. Além disso, ficou evidente a influência do comprimento do fio, a partir do cálculo do expoente n , e da densidade dos fios, ao se comparar os 3 fios.

Gráfico a.1 $y = -2,0161x + 2,5971$

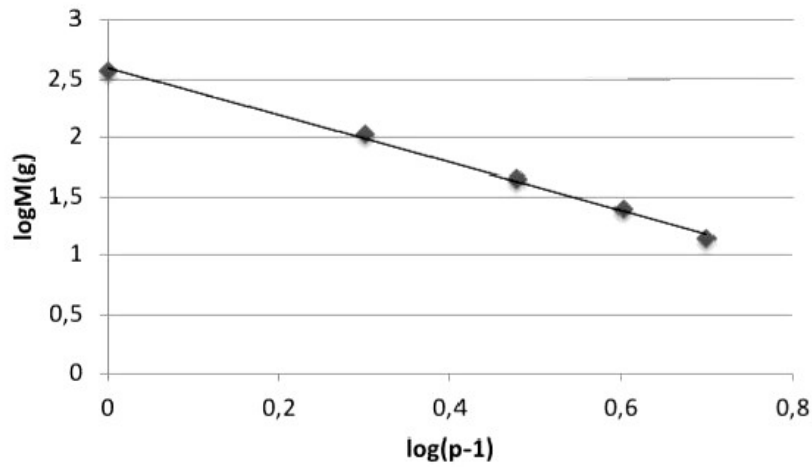


Gráfico a.2 $y = -2,0169x + 2,3789$

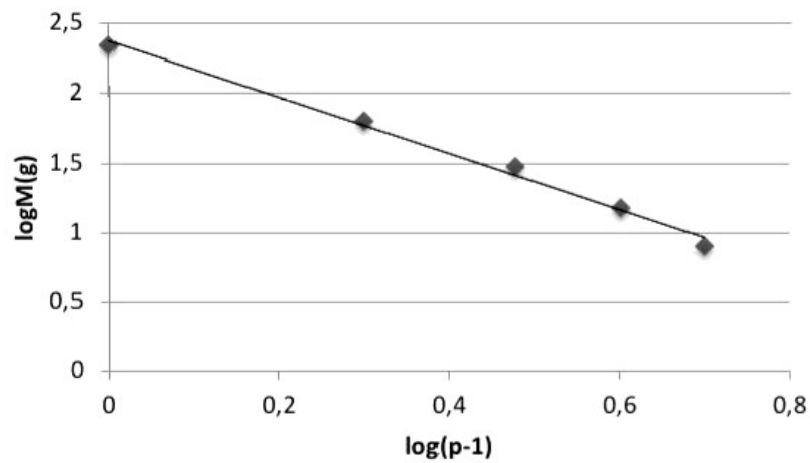


Gráfico a.3 $y = -2,0365x + 2,1191$

