

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto
Física Experimental 2 - Ondas, Fluidos e Termodinâmica
Experiência - Corda Vibrante

Nome: Mônica Billu da Silva

10348772

1. Introdução

A noção de movimento ondulatório é aquele movimento que se propaga através do espaço. Esta propagação é conhecida como onda e implica transporte de energia, mas não de matéria.

Desta forma, o movimento ondulatório é a propagação de uma perturbação de certa propriedade física, como a densidade, a pressão ou o campo magnético. No caso das ondas mecânicas esta propagação necessariamente acontece em um meio material.

Os corpos podem oscilar livremente e de forma harmônica no espaço a partir de uma perturbação inicial. Dependendo das propriedades físicas do corpo, por exemplo em uma corda seu comprimento e sua densidade, frequências naturais de ressonância passam a ser definidas. Se excitamos mecanicamente este corpo com múltiplos desta frequência natural, modos harmônicos de oscilação serão produzidos no corpo em questão.

Deste modo, produzindo-se uma perturbação em uma determinada posição de uma corda esticada, essa perturbação irá se propagar pela corda toda em forma de uma onda. Quando esta onda atingir um dos extremos da corda esta será refletida, o que significa em uma inversão da fase e do sentido da onda. A superposição das ondas viajando em sentidos opostos (ondas viajantes) poderão configurar uma onda estacionária.

Neste experimento, as condições de contorno impõem que a onda deve ter nós nas extremidades, ou seja, nas extremidades o deslocamento da corda deve ser nulo. Esta condição só é cumprida para diferentes relações de comprimento de fio / comprimento de onda que corresponde aos modos de vibração, dada por:

$$\lambda = \frac{2L}{n} \quad \text{equação 1}$$

Em que:

λ : comprimento da onda

L : comprimento da corda

n : número natural correspondente aos modos de vibração ou harmônico (1, 2, 3.)

Se para encontrarmos a frequência da onda, temos a relação com a velocidade:

$$v = \lambda \cdot f \quad \text{equação 2}$$

Em que f é a frequência da onda.

Se considerarmos que a velocidade de uma onda em uma corda esticada é estabelecida pela tensão aplicada na corda (F) e pela linear (μ) temos que:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} \quad \text{equação 3}$$

Assim, para que ondas estacionárias de frequência f sejam produzidas, com p nós, em um fio de comprimento L e densidade linear μ , é necessário que o fio seja distendido com uma força F igual a:

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

4.1 Faça os gráficos \ln -log de M versus $(p-1)$ e determine os valores do expoente x para cada fio.

* gráficos e tabelas em anexo

$$F = mg \text{ e } F = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x} \quad (4)$$

$$mg = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x} \rightarrow m = \frac{4\mu L^n f^2}{g(p-1)^x} \quad (5)$$

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

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

$$\log m = -x \log (p-1) + \log \frac{4\mu L^n f^2}{g} \quad (6)$$

Aplicando-se o logaritmo em ambos os lados a partir da equação (5), foi possível chegar na equação (6) comparada à equação reduzida da reta, onde o coeficiente angular $-x$ dá o expoente x . Assim, temos que:

$$x_1 = 2,0161$$

$$x_2 = 2,0169$$

$$x_3 = 2,0365$$

4.2 Faça os gráficos \ln -log de M versus L e determine os valores do expoente n para cada fio.

$$m = \frac{4\mu L^n f^2}{g(p-1)^x} \quad (5)$$

* gráficos e tabelas em anexo

$$\log m = \log L^n + \log \left(\frac{4\mu f^2}{g(p-1)^x} \right) \rightarrow \log m = n \log L + \log \left(\frac{4\mu f^2}{g(p-1)^x} \right) \quad (7)$$

Partindo-se, novamente da equação (5) e aplicando-se o logaritmo em ambos os lados analogamente, é possível chegar na equação (7). Porém, no lugar de $p-1$ tem-se o comprimento L . Assim, temos que:

$$n_1 = 1,9936$$

$$n_2 = 2,2874$$

$$n_3 = 0,552$$

4.3 Comparando os resultados obtidos em 4.1 e 4.2

fig 1: os expoentes possuem valores próximos de 2, com uma diferença de 0,0245, admitindo-se que houve precisão

fig 2: da mesma forma que o fig 1, houve proximidade de entre os valores, com uma diferença de 0,2705.

fig 3: houve uma diferença considerável de 0,5355, caracterizando possíveis erros sistemáticos.

4.4 A partir do valor de densidade estimada para o fio 1 (μ_1), utilizando-se da expressão 1, construa o gráfico de $\log M$ versus $p-1$, e determine as densidades (μ_2) e (μ_3) dos outros dois fios, assim como a frequência do vibrador. Compare com os valores já obtidos no item d) da parte experimental.

A partir dos gráficos (em anexo), sabe-se que os coeficientes lineares das retas são iguais a $\log \left(\frac{4\mu L^n f^2}{g} \right)$

Com a densidade linear estimada para o fio 1 (μ_1), podemos calcular a frequência do vibrador

$$g = 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$\mu_1 = 0,6033 \text{ g/m}$$

$$2,5971 = \log \left(\frac{4 \cdot 0,0011 \cdot 1,50^{1,9936}}{9,8} \cdot f^2 \right)$$

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

Partindo-se do valor de frequência obtido, podemos encontrar os valores de μ_2 e μ_3 . Assim,

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

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

$$2,1191 = \log \left(\frac{4 \cdot \mu_3 \cdot 1,50^{2,5520} \cdot 26,81^2}{9,8} \right)$$

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

Comparando-se os valores experimentais e teóricos, é possível identificar uma proximidade. Isso se dá devido à taxa de erro já esperada na prática. Com relação à frequência calculada está numa faixa de erro menor que para μ_2 e μ_3 , o que explica a propagação de erros.

5. Conclusão

No experimento pode-se concluir que com o aumento da tensão no fio, o número de nós diminui. O método foi eficaz na obtenção dos expoentes n e x da equação e os resultados para determinação da frequência foram esperados. Além disso, observou-se a influência do comprimento do fio e da densidade.

Tabela 1

L= 1,50m	M (g)			
p	fio 1	p-1	Log M	Log (p-1)
2	369	1	2,567	0,000
3	107	2	2,029	0,301
4	45	3	1,653	0,477
5	25	4	1,394	0,602
6	14	5	1,1461	0,699

Gráfico 1

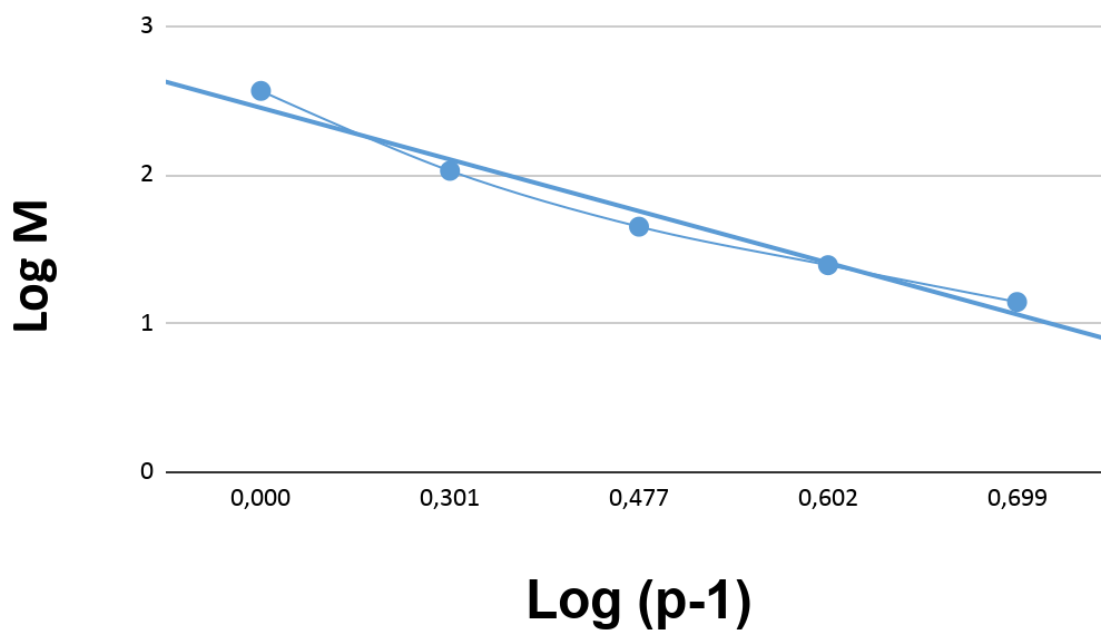


Tabela 2

L= 1,50m	M (g)			
p	fio 2	p-1	Log M	Log (p-1)
2	218	1	2,338	0,000
3	64	2	1,806	0,301
4	30	3	1,4771	0,477
5	15	4	1,176	0,602
6	8	5	0,903	0,699

Grafico 2

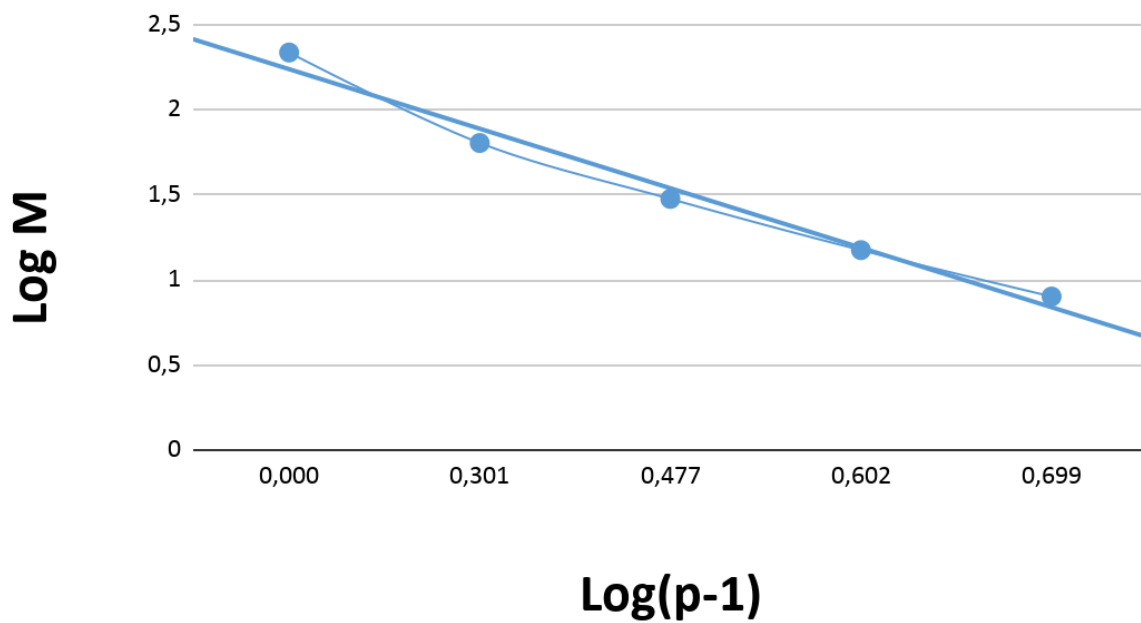


Tabela 3

L= 1,50m	M (g)			
p	fio 3	p-1	Log M	Log (p-1)
2	130	1	2,114	0,000
3	34	2	1,531	0,301
4	13	3	1,114	0,477
5	8	4	0,903	0,602
6	5	5	0,699	0,699

Grafico 3

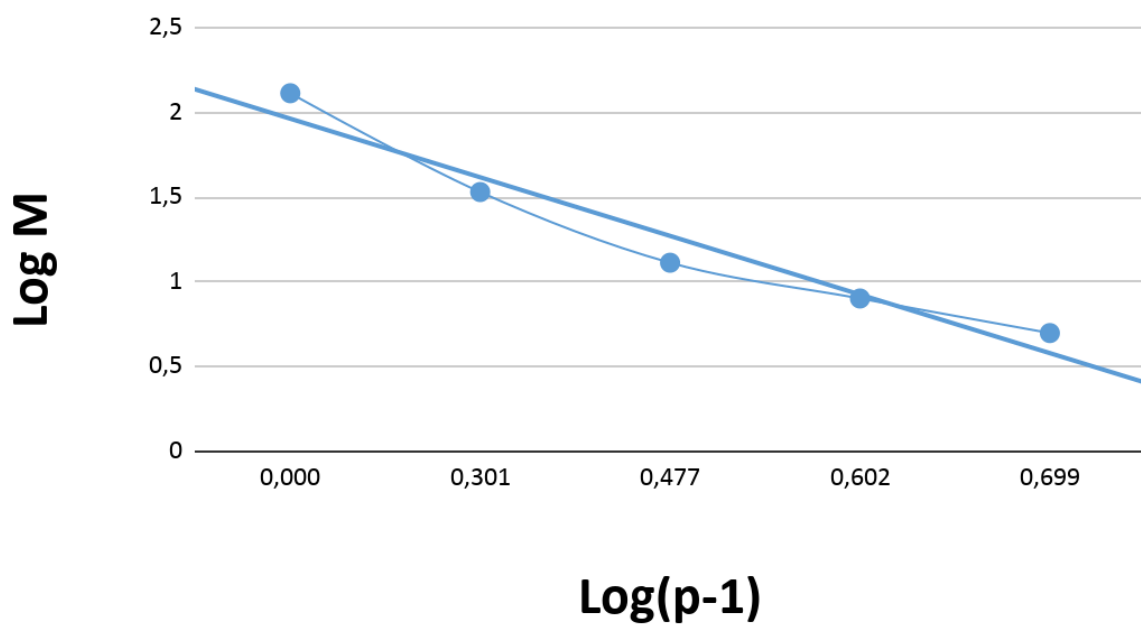


Tabela 4

M (g)			
fio 1	L (m)	Log M	Log L
107	1,50	2,029	0,176
70	1,25	1,845	0,097
38	1,00	1,580	0,000
23	0,75	1,362	-0,125
12	0,50	1,079	-0,301

Grafico 4

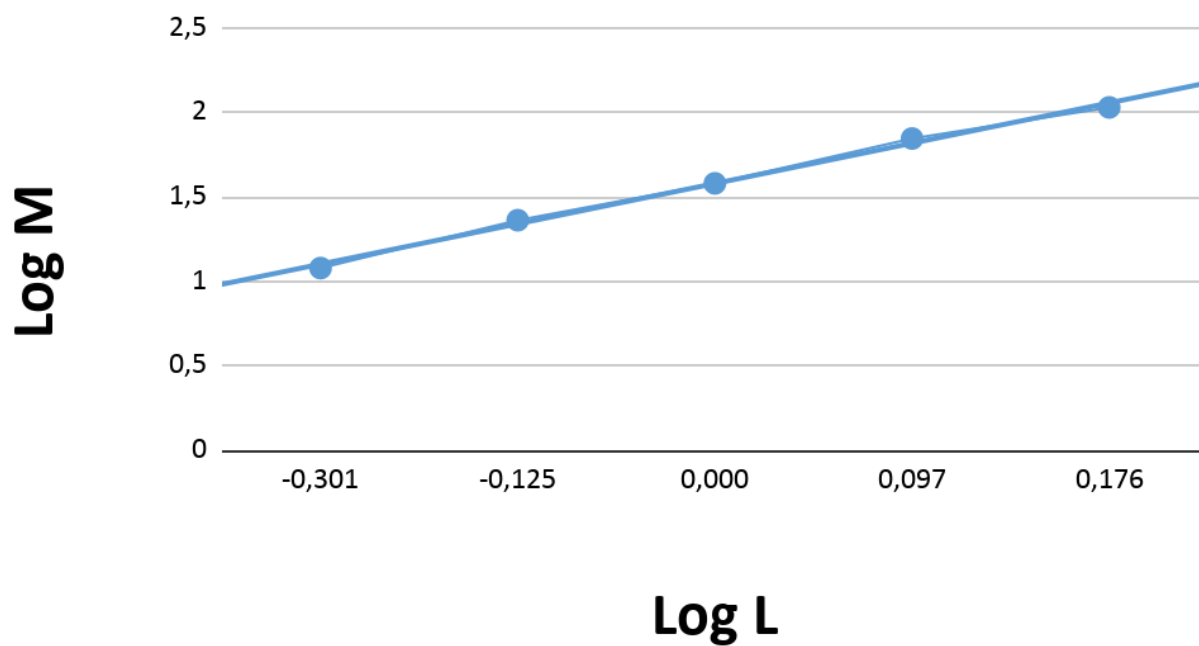


Tabela 5

M (g)			
fio 2	L (m)	Log M	Log L
64	1,50	1,806	0,176
36	1,25	1,556	0,097
27	1,00	1,431	0,000
12	0,75	1,079	-0,125
5	0,50	0,699	-0,301

Gráfico 5

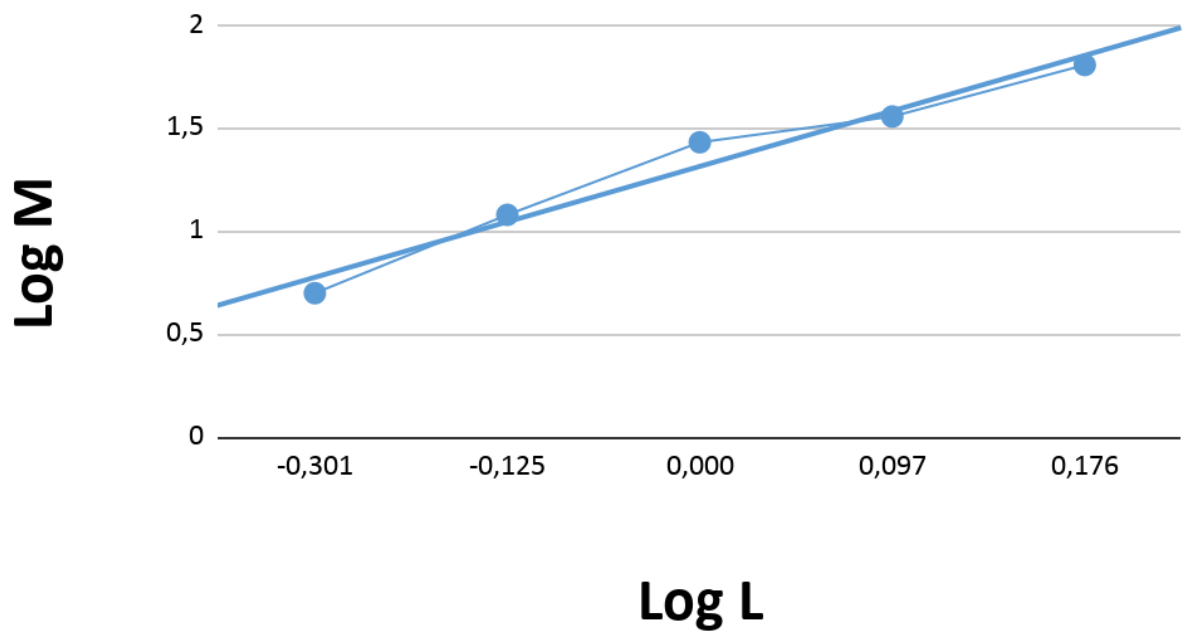


Tabela 6

M (g)			
fio 3	L (m)	Log M	Log L
34	1,50	1,531	0,176
18	1,25	1,255	0,097
12	1,00	1,079	0,000
5	0,75	0,699	-0,125
2	0,50	0,301	-0,301

Grafico 6

