Relatório 3 = Ondas, fluidos e termodinâmica

Um pulso de onda é uma pertibação que se propaga através de um meio e se refere a um tipo de movimento ondulatório. Os átomos e as moléculas oscilam em torno de suas posições de equilíbrio, mas a posição média delas não se altera, ou seja, energia é transportada mas matéria, não.

As ondas estacionárias são caracterizadas como o encontro de duas ondas idênticas, uma incidente e outra refletida. A superposição delas leva à interferências construtivas ou destrutivas que geram, respectivamente, nós e ventres. Esses terão, ao longo da corda, sempre a mesma posição.

A relação entre frequência dessas ondas, velocidade e comprimento é:

$$f = \frac{v}{\lambda}$$

Que leva a associação de tensão sobre a corda (T) e densidade linear (μ) por:

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

Assim, esse experimento objetiva estudar o fenômeno da formação de ondas estacionárias através do movimento oscilatório, e a ressonância.

Metodologia =

Para este experimento, foram utilizadas:

- suporte com roldana.
- vibrador com frequência variada.
- medidor de frequência.

- massas aferidas.
- balança
- trena
- 3 fios com densidade diferentes.

Para esquematização, fixou-se a roldana e o vibrador e ajustou o último para 32 Hz, após amarrar o fio (realizar o pedido para cada fio). Primeiro, usa-se o fio mais grosso com L = 1,50 m. Então, determinou os valores de massa M nas quais se obtém ondas estacionárias com nós entre 2 e 6.

Na próxima parte, o comprimento L foi variado para 1,25 m; 1,00 m; 0,75 m; 0,50 m, anotando as massas para as quais se consegue 3 nós.

Repete-se tudo para os outros dois fios, além de determinar experimentalmente a densidade linear.

Análise de dados:

massa do suporte	incerteza da trena	incerteza da balança digital	incerteza da balança analítica	freq. usada
7 g	± 0,005 m	± 1 g	± 0,0001 g	30 Hz

- Determinação da densidade linear experimentalmente:

Pela última parte do experimento, calculou-se a densidade linear dos fios.

Usando a definição $\mu = \frac{m}{L}$, sendo m = massa do fio
L = comprimento
μ = densidade linear

Obtém-se:

	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) Determine os valores do expoente x para cada fio, pelo gráfico dilog M versus (p - 1).

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

p	p - 1	M fio 1(g)	M fio 2(g)	M 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

→ Pela equação $F = \frac{4\mu L^n f^2}{(p-1)^x}$ (1) e $F = m \cdot g$

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

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

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

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

Assim, o coeficiente angular dos gráficos é $-x$. Então,

• $x_1 = 2{,}0161$ • $x_2 = 2{,}0169$ • $x_3 = 2{,}0365$

b) Determine os valores do expoente n para cada fio, pelo gráfico di-log M versus L.

* Todos os gráficos estão em anexo.

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

L (m)	M fio 1 (g)	M fio 2 (g)	M fio 3 (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 acima, da equação (2):

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

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

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

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

Desse modo, o coeficiente angular dos gráficos é n.

• $n_1 = 1{,}9916$ • $n_2 = 2{,}2874$ • $n_3 = 2{,}5520$

c) Compare e discuta a) e b).

Ao se comparar os valores de x e n, nota-se que $\bar{x} = 2{,}0231$ e $\bar{n} = 2{,}2770$. Assim, pode-se afirmar que os coeficientes x e n apresentam uma influência quadrática de $(p-1)$ e L no cálculo da força.

d) Determine as densidades 2 e 3 e a frequência.

Utilizando os gráficos do item a ($a1, a2, a3$), sabe-se que os coeficientes lineares das retas são numericamente iguais a $\log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right)$.

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

$f = 26{,}81$ Hz.

Agora, partindo desse valor de f calculado, encontra-se os valores de μ_2 e μ_3 graficamente, usando a 2 e a 3 (em anexo) e os coeficientes lineares:

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

$$\mu_2 = 0,3226 \ g/m$$

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

$$\mu_3 = 0,1593 \ g/m$$

Comparando com os valores obtidos no item d) da parte experimental e com a frequência usada em laboratório (30 Hz), os valores encontrados são próximos, mas com algumas diferenças. Isso ocorre devido a taxa de erro esperada para um experimento prático. A frequência calculada está em uma faixa de erro menor que 15%, já a maior faixa de erro para μ_2 e μ_3 se deve pela propagação de erros.

Conclusão:

Através da análise dos resultados, pôde-se confirmar a relação estreita existente entre a força e o número de nós, relação essa, inversamente proporcional praticamente, visto que o diminuição da massa leva a um maior número de nós, confirmando o exposto pela equação (1). Seguindo essa fórmula, os resultados também confirmam a influência da densidade linear e do comprimento do fio.

Gráfico a.1 $y = -2{,}0161x + 2{,}5971$

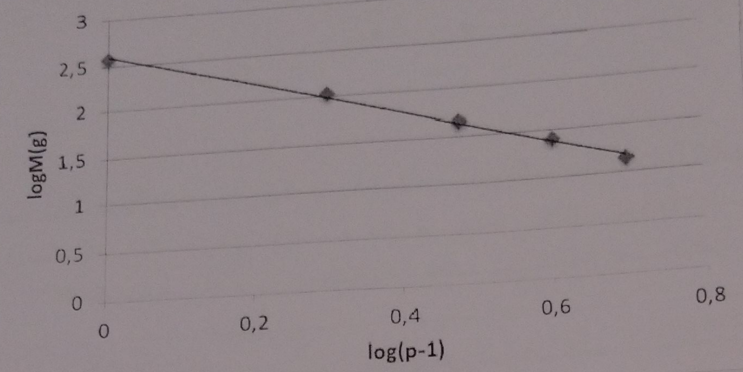


Gráfico a.2 $y = -2{,}0169x + 2{,}3789$

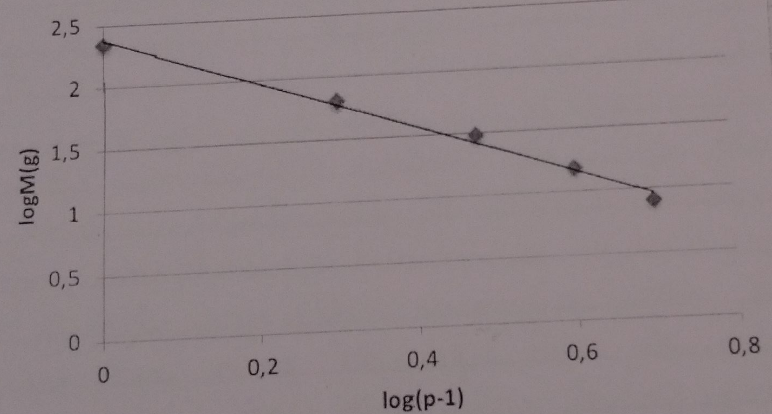
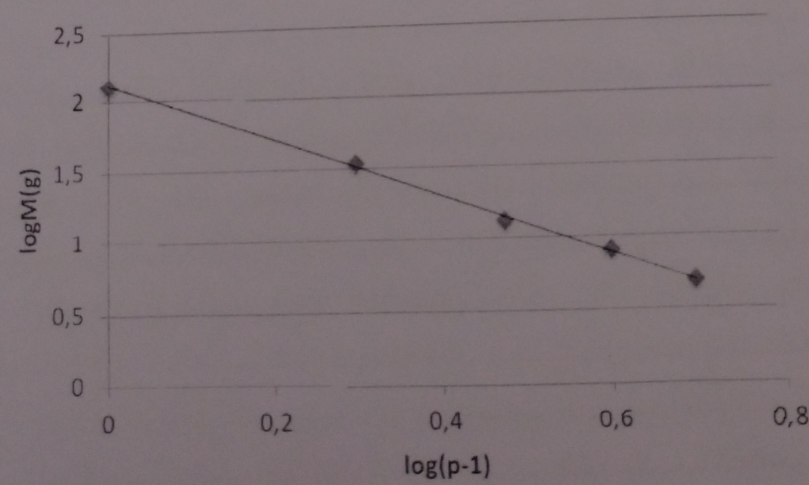


Gráfico a.3 $y = -2{,}0365x + 2{,}1191$



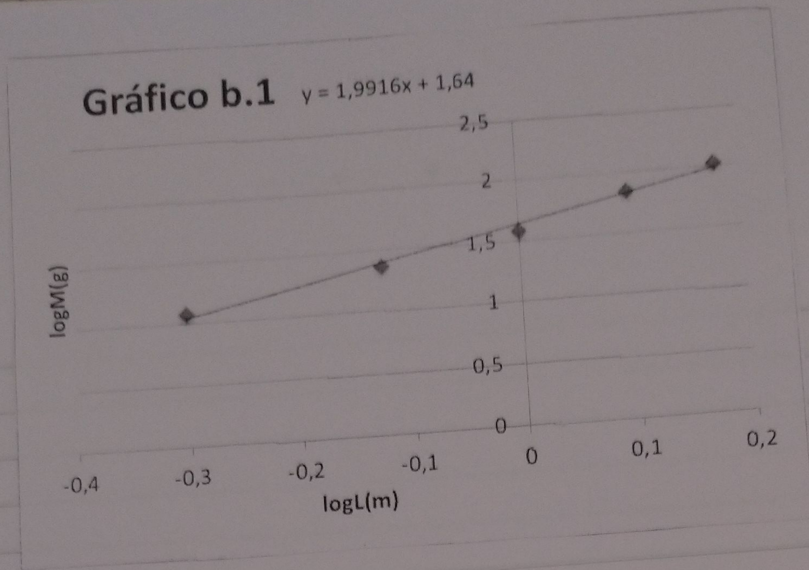


Gráfico b.1
y = 1,9916x + 1,64
logM(g)
logL(m)
2,5
2
1,5
1
0,5
0
-0,4
-0,3
-0,2
-0,1
0
0,1
0,2

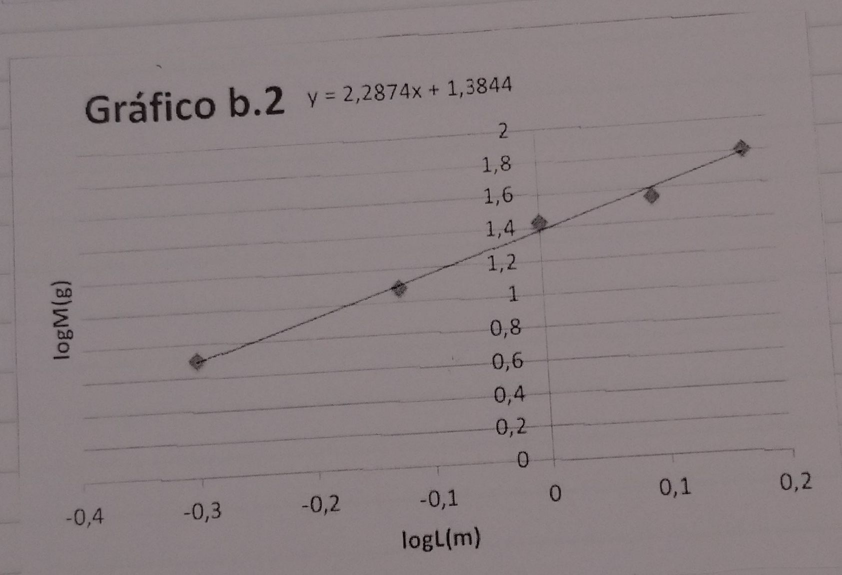


Gráfico b.2
y = 2,2874x + 1,3844
logM(g)
logL(m)
2
1,8
1,6
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,4
-0,3
-0,2
-0,1
0
0,1
0,2

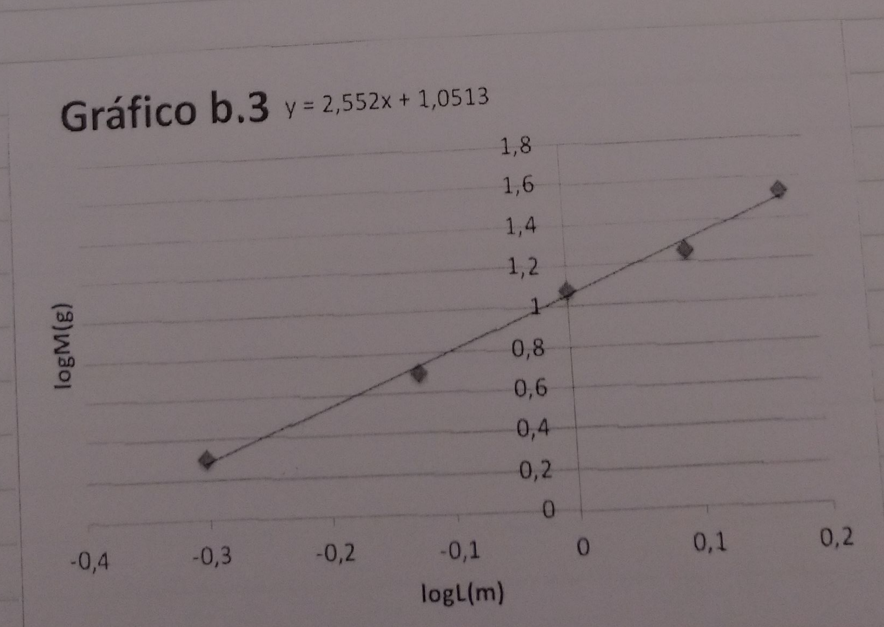


Gráfico b.3
y = 2,552x + 1,0513
logM(g)
logL(m)
1,8
1,6
1,4
1,2
1
0,8
0,6
0,4
0,2
0
-0,4
-0,3
-0,2
-0,1
0
0,1
0,2