

Experimento 3: Corda Vibrante

INTRODUÇÃO

Quando um corpo começa a vibrar por influência de outro, na mesma frequência deste, ocorre um fenômeno chamado ressonância. As cordas vibrantes correspondem a fios flexíveis e tracionados em seus extremos, utilizados em instrumentos musicais. O comportamento vibracional da corda depende da frequência das ondas que refletem para frente e para trás a partir das extremidades, levando-se em conta que a ressonância pode ocorrer não apenas em uma única frequência, mas em muitas.

Os harmônicos de uma corda vibrante são as várias possíveis frequências naturais das ondas estacionárias que surgem em cordas tensas (sobre ações de forças tensionadas de intensidade F), com massa da corda " m ", comprimento " L " e densidade de massa " μ ".

Os pontos em que não há movimento na corda são chamados de nós e aqueles em que a corda vibra em sua amplitude máxima são chamados de antinós.

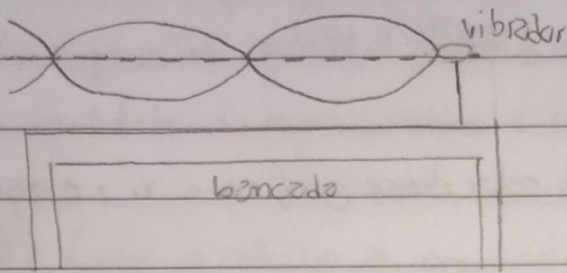
MATERIAIS E MÉTODOS

No Experimento utilizou-se os seguintes materiais: suporte de massa com rodinha; vibrador mecânico; 3 cordas diferentes (densidades distintas); kit de massa; balança; trena; frequencímetro (mede a frequência que o motor oscila); fonte para alimentar o motor (vibrador mecânico); balança analítica (obter as massas das cordas).

* Parte 1

Montou-se a estrutura fixando uma extremidade da corda A (mais grossa) no vibrador mecânico (com frequência de 2 Hz), já a outra extremidade na rodinha que possuía um suporte para colocar as massas do kit. Como é possível ver

na figura 1, deitou-se uma distância de 1,50 m entre o vibrador e a roldana.



(figura 1)

- Determinou-se as massas "M" (entre 5g e 400g), para obter ondas estacionárias com o número de nós "p" variando de 2 a 6 para a corda 1
- Repetiu-se o mesmo processo para a corda 2 e 3

* Parte 2

- Variou-se o comprimento "L" para valores próximos a 1,25 m, 1,00 m, 0,75 m e 0,50 m
- Determinou-se os valores de massa para obter-se 3 nós
- Processo foi realizado para todas as cordas

* Parte 3

- Pesou-se as cordas na balança analítica
- Mediu-se o comprimento das cordas com uma trena, para o cálculo da densidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

3) Primeiramente, construiu-se 3 gráficos di-log (gráficos 1, 2 e 3) da massa "m" (em gramas) pelo número de nós menos 1 ($p-1$). Utilizando os valores da tabela 1, aplicou-se log nos valores de "M" e " $p-1$ ", com o intuito de encontrar o valor do expoente x para cada fio, sendo necessário manipular a equação 1:

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

(equação 1)

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

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

Conclui-se que o coeficiente angular da reta desse gráfico é "x", e assim obtêm-se os valores de x, que foram:

• Fio 1: 2,0565

• Fio 2: 2,0569

• Fio 3: 2,0365

B) Assim como foi feito na parte a, construiu-se 3 gráficos di-log (gráficos 4, 5 e 6) da massa "m" (em gramas) pelo comprimento "L" (em metros). Utilizando os dados da tabela 2, aplicou-se log em "m" e "L", com o intuito de encontrar o expoente "n" para cada fio. Para isso utilizou-se uma manipulação diferente da equação 1.

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

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

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

Conclui-se que o coeficiente angular da reta desse gráfico é "n", e assim obtêm-se os valores de "n", que foram:

• Fio 1: 1,9956

• Fio 2: 2,2874

• Fio 3: 2,5520

C) De acordo com a teoria, os valores de "x" e "n" deveriam ser próximos do 2, sendo assim o fio 1 apresentou os valores mais precisos. Ao tirar a

média dos valores, obtém-se para " α " 2,0232, e para " n " 2,2770. Observando uma diferença do valor experimental para o teórico, sendo para " α " 0,0232, e para " n " 0,2770. Ela é relativamente pequena, se considerado os desvios de idealidade do experimento e os erros experimentais.

d) Com o intuito de encontrar os valores de densidade dos fios, utilizou-se a fórmula $\mu = M/L$, com " M " em gramas e " L " em metros. Junto aos dados da tabela 3, os valores obtidos foram:

• Fio 1: 0,6012 g/m • Fio 2: 0,3580 g/m • Fio 3: 0,3078 g/m

Além disso, pode-se encontrar os valores de μ_2 e μ_3 pelo método gráfico, tendo como primeiro passo encontrar a frequência do vibrador. Para isso, utilizou-se a equação 2:

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

Desse maneira, concluiu-se que os coeficientes lineares dos gráficos 1, 2 e 3 são equivalentes a $\log\left(\frac{4\mu L^n f^2}{g}\right)$

Fio 1

Utilizando $\mu_1 = 0,6012 \text{ g/m}$, $L = 1,5 \text{ m}$, $n = 2,9996$, $g = 9,8 \text{ m/s}^2$ e o coeficiente linear igual a 2,5973 temos:

$$2,5973 = \log\left(\frac{4 \cdot 0,6012 \cdot 1,5^{2,9996} \cdot f^2}{9,8}\right)$$

$$2,5973 = \log(0,5502 \cdot f^2)$$

$$2,5973 = \log(0,5502) + \log(f^2)$$

$$2,5973 = -0,2595 + 2 \log f$$

$$\log f = 1,4283 \quad \therefore \quad f = 26,83 \text{ Hz}$$

Com a frequência do vibrador pode-se obter μ_2 e μ_3 , utilizando os coeficientes lineares dos gráficos 2 e 3; os expoentes n já obtidos; e a equação:

- Para o fio 2:

$$2,3789 = \log \left(\frac{4 \cdot \mu_2 \cdot 2,5^{2,2814} \cdot 26,83^2}{9,8} \right)$$

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

- Para o fio 3:

$$2,0193 = \log \left(\frac{4 \cdot \mu_3 \cdot 2,5^{2,5520} \cdot 26,83^2}{9,8} \right)$$

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

Comparando os valores, a frequência real do aparelho é 30 Hz, uma diferença de 3,19 do valor calculado. Referente as densidades dos fios, uma diferença de 0,0354 para o fio 2, e 0,0454 para o 3. O cálculo para o fio 2 foi ligeiramente mais preciso, porém, ao levar em conta os erros experimentais, os resultados se mostram precisos e comprovam a validade da metodologia usada.

CONCLUSÃO

Através das análises feitas com base no experimento, foi possível elevar e concretizar o conhecimento com base em ondas estacionárias. Com base nos dados experimentais, o estudo das diferentes grandezas, como

o comprimento do fio e a massa presa a ele, plotou-se gráficos em escala di-log, com o intuito de em contrar os expoentes das equações já detalhadas anteriormente, uma vez que esses eram iguais aos coeficientes dos gráficos plotados. Além disso, os valores experimentais e os calculados foram comparados aos teóricos, concluindo a maior precisão ligada ao fio 1, e menor para os outros fios, principalmente o 3, mostrando alguma diferença entre eles. Assim ao considerar os erros experimentais e os devios de idealidade, a validade da metodologia usada é comprovada, interpretando os resultados como precisos.

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

p	p-1	M (g) *		
		fo 1	fo 2	fo 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

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

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

GRÁFICO 1: Gráfico di-log da massa (M) em gramas por (p-1) para o Fio 1.

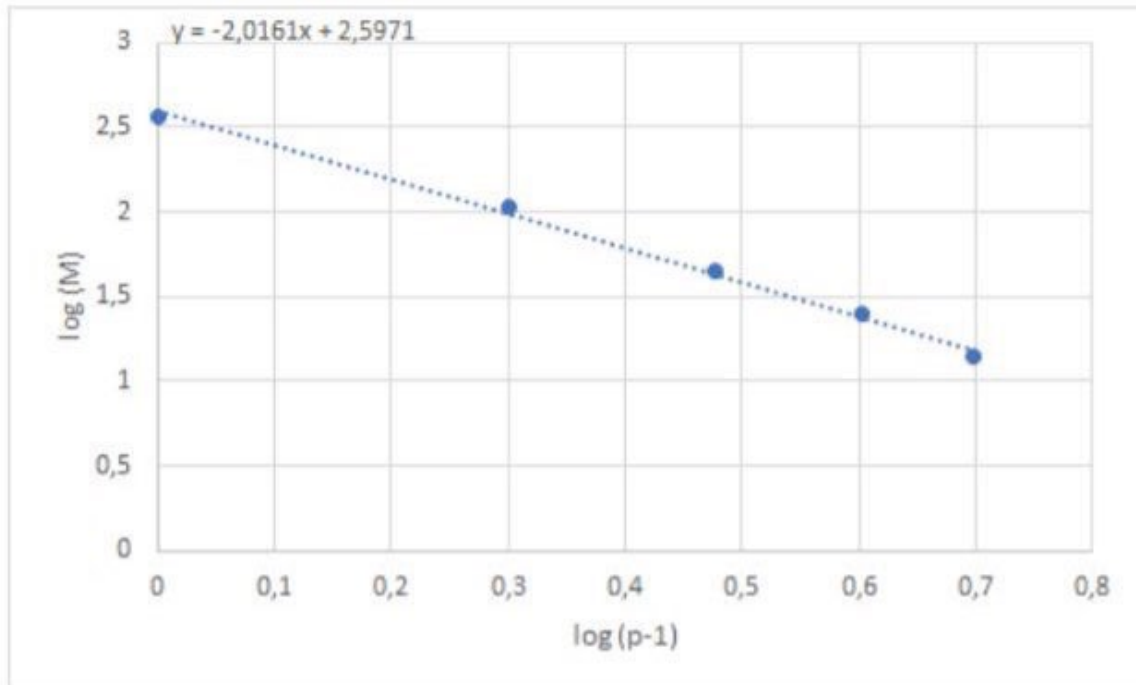


GRÁFICO 2: Gráfico di-log da massa (M) em gramas por (p-1) para o Fio 2.

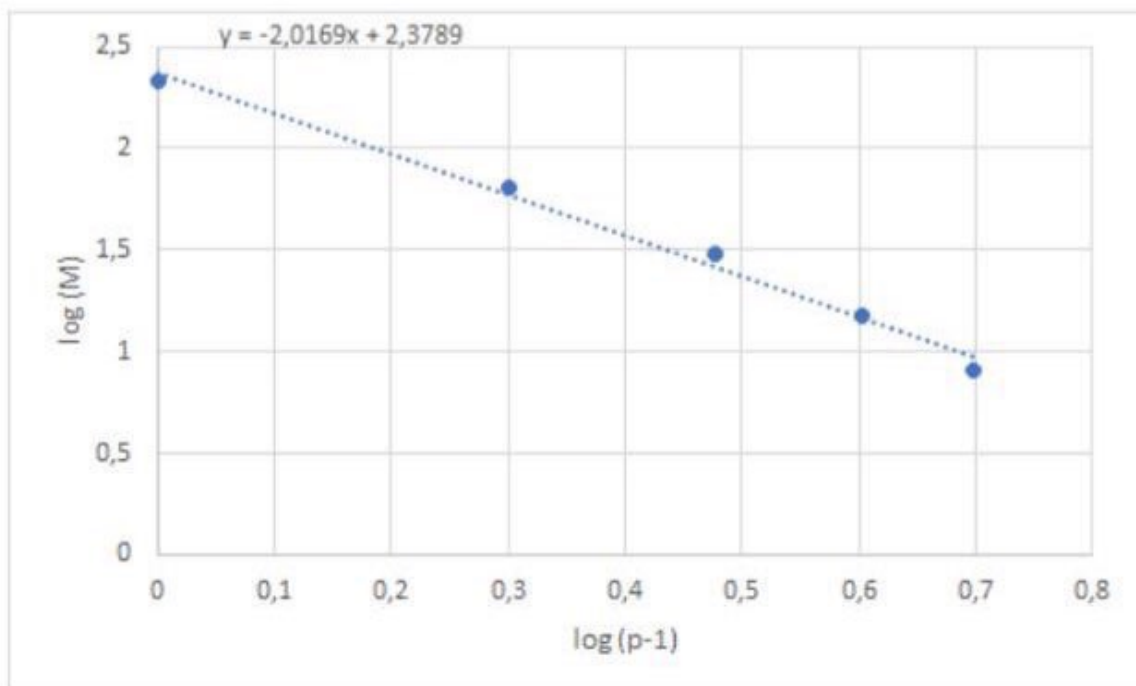


GRÁFICO 3: Gráfico di-log da massa (M) em gramas por (p-1) para o Fio 3.

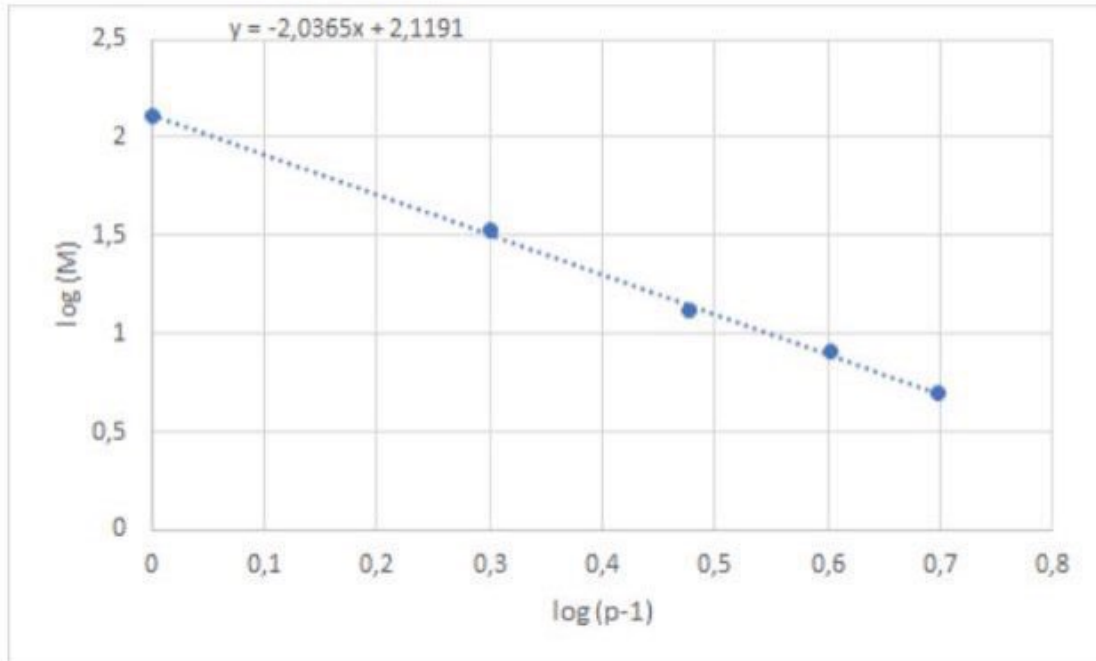


GRÁFICO 4: Gráfico di-log da massa (M) em gramas pelo comprimento do fio (L) em metros para o Fio 1.

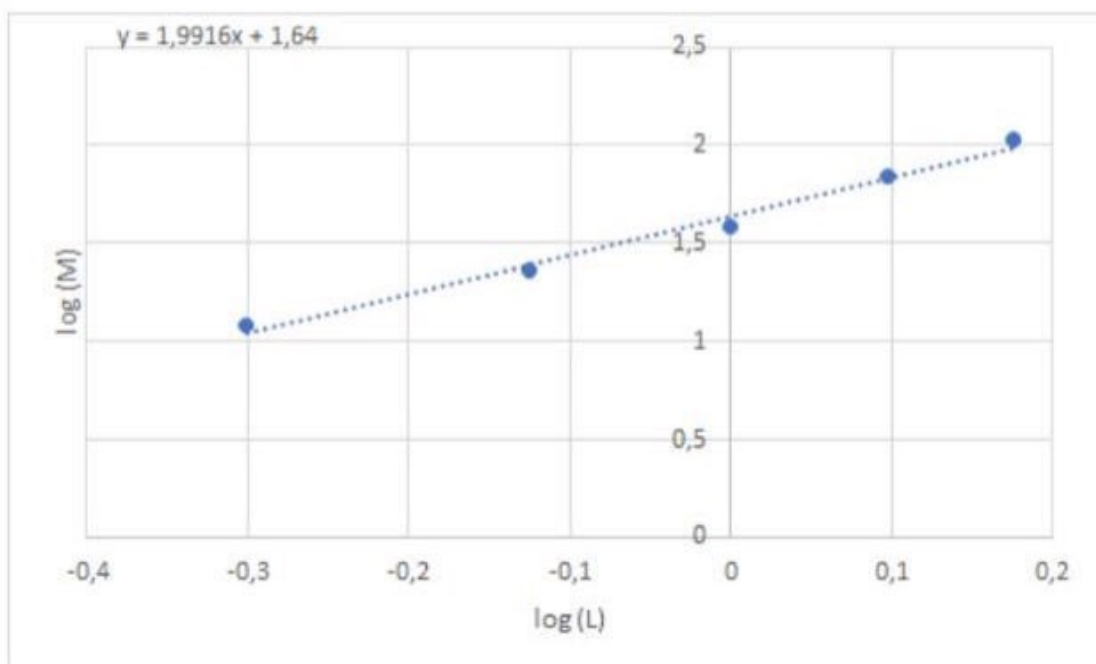


GRÁFICO 5: Gráfico di-log da massa (M) em gramas pelo comprimento do fio (L) em metros para o Fio 2.

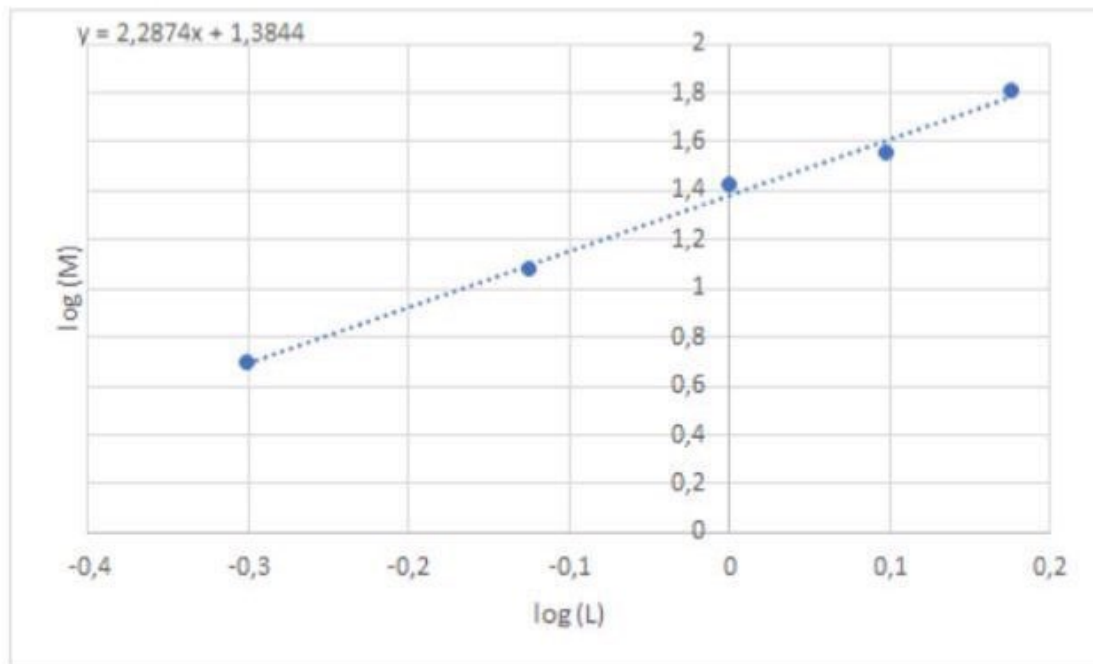


GRÁFICO 6: Gráfico di-log da massa (M) em gramas pelo comprimento do fio (L) em metros para o Fio 3.

