

Carla Nishizaki
Danilo Rodrigues Vieira
Tathiane Alves da Silva

Cordas Vibrantes

Respostas do Questionário

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

São Paulo
Junho de 2007

0.1 Preparação

Q1) De quais parâmetros devem depender as frequências naturais de oscilação desse sistema?

Devem depender de n (modo de oscilação); L (comprimento da corda); T (força tensora) e μ (densidade linear do fio).

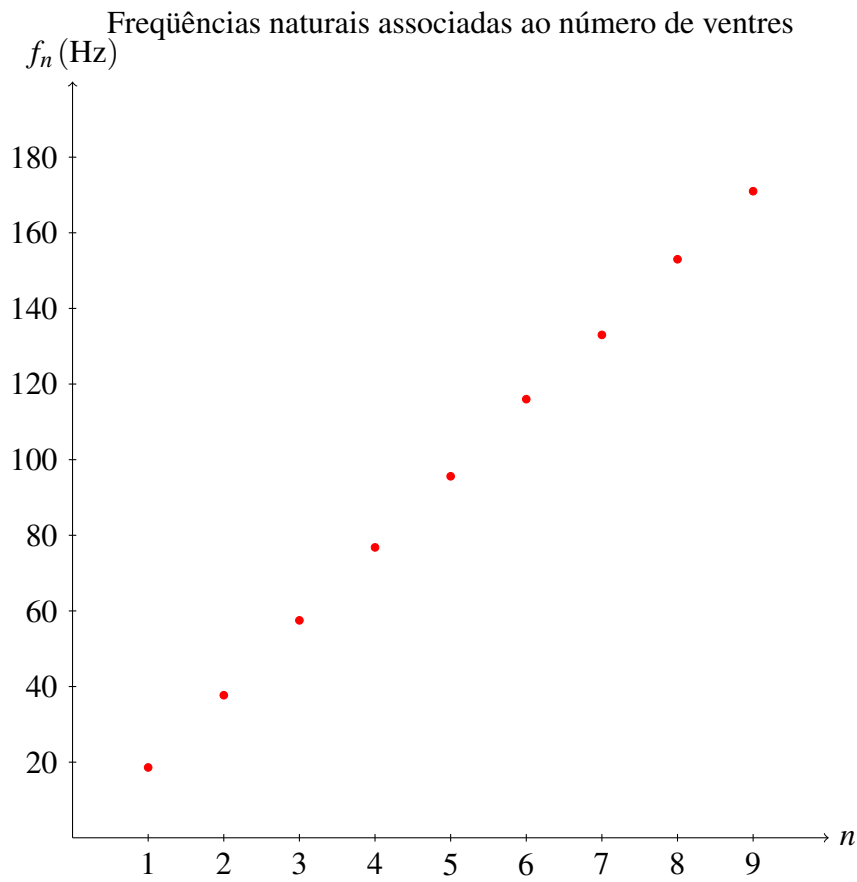
0.2 Medida da frequência fundamental e seus harmônicos

Tabela 1: Variando número de ventres (n)

n	f_n (Hz)
1	$18,6 \pm 0,1$
2	$37,7 \pm 0,1$
3	$57,5 \pm 0,1$
4	$76,8 \pm 0,1$
5	$95,6 \pm 0,1$
6	$116,0 \pm 0,1$
7	$133,0 \pm 0,1$
8	$153,0 \pm 0,1$
9	$171,0 \pm 0,1$

Tabela 2: Parâmetros mantidos fixos

Parâmetro	Valor
L	$(1,65 \pm 0,01)$ m
T	$(0,074 \pm 0,001)$ kgf
μ	$(249 \pm 0,1)$ mg/m
ϕ	$(0,50 \pm 0,01)$ mm



Q2) *Observem seu gráfico. Interpretem a forma da curva obtida e o valor de sua inclinação.*

O gráfico apresenta-se de forma linear, com equação $y = -0,0083 + 19,095x$. Disso, conclui-se que a frequência é diretamente proporcional ao número de ventres.

0.3 Estudo da dependência de f_n com os parâmetros

Q3) *Quais as unidades de α , β , γ , δ e η ?*

α , β , γ , δ e η são coeficientes adimensionais.

Q4) *Em geral, é mais fácil trabalhar com o diâmetro ϕ do fio, indicado diretamente no carretel, ao invés da sua densidade linear, μ . Deduza aqui a conexão entre ambos, supondo conhecida a densidade do náilon.*

Sendo ρ a densidade do nylon, L o comprimento do fio e m a massa do fio:

A densidade do nylon é dada por:

$$\rho = \frac{m}{\pi\phi^2L}$$

A densidade linear do fio é dada por:

$$\mu = \frac{m}{L}$$

Substituindo-se uma equação na outra obtemos:

$$\rho = \frac{\mu}{\pi\phi^2}$$

Isolando-se ϕ :

$$\phi = \sqrt{\frac{\rho\pi}{\mu}}$$

0.4 Número de ventres

Q5) Em função do trabalho efetuado na seção anterior, vocês já podem afirmar alguma coisa a respeito do valor da constante α ? Em caso afirmativo, apresente o seu valor e justifiquem-no.

Sim, o valor da constante α é 1, conforme feito em folha anexa.

Q6) Qual a função $y = f(x)$ que produz uma reta no papel di-logarítmico e o que é a inclinação dessa reta nesse papel?

A função é $y = 19,25x^1$. Tomando-se logaritmo nos dois lados da equação, obtemos a inclinação reta no papel di-log: $\log(y) = \log(19,25) + 1 \log(x)$. Nota-se que a inclinação é 1 e esta inclinação representa o coeficiente α .

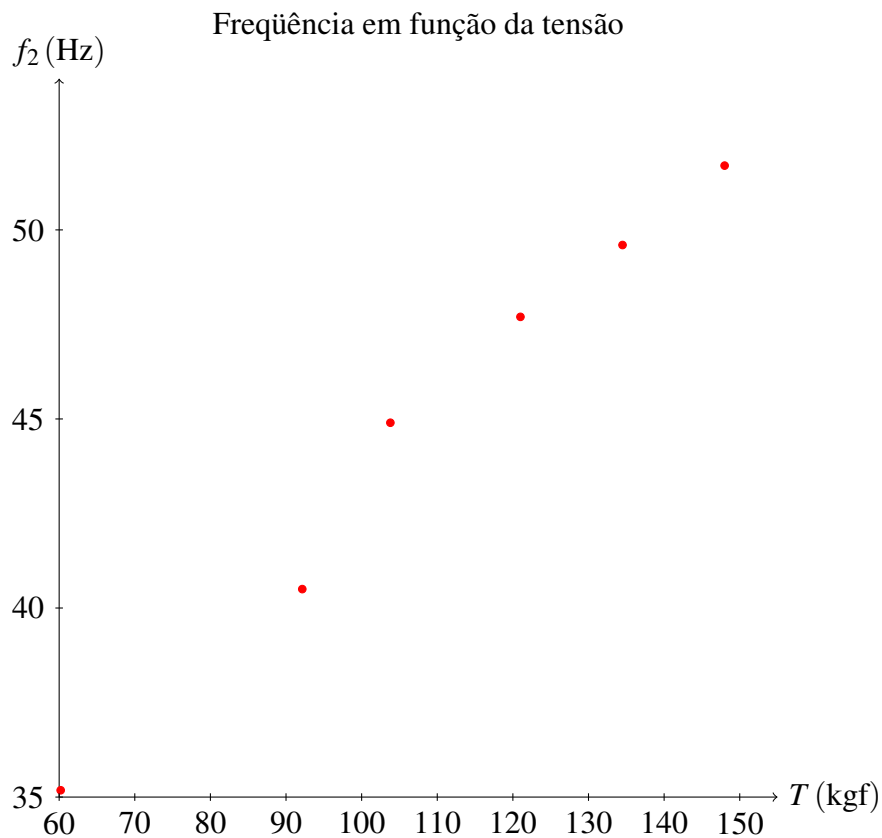
0.5 Tensão do fio

Tabela 3: Variando a tensão no fio (T)

T (kgf)	f_2 (Hz)
$0,060,2 \pm 0,1$	$35,2 \pm 0,1$
$0,085.7 \pm 0,1$	$40,5 \pm 0,1$
$0,103.8 \pm 0,1$	$44,9 \pm 0,1$
$0,120.9 \pm 0,1$	$47,7 \pm 0,1$
$0,134.6 \pm 0,1$	$49,6 \pm 0,1$
$0,148.1 \pm 0,1$	$51,7 \pm 0,1$

Tabela 4: Parâmetros mantidos fixos

Parâmetro	Valor
L	$(1,65 \pm 0,01)$ m
μ	$(249 \pm 0,1)$ mg/m
ϕ	$(0,50 \pm 0,01)$ mm



$$\gamma = 0,5$$

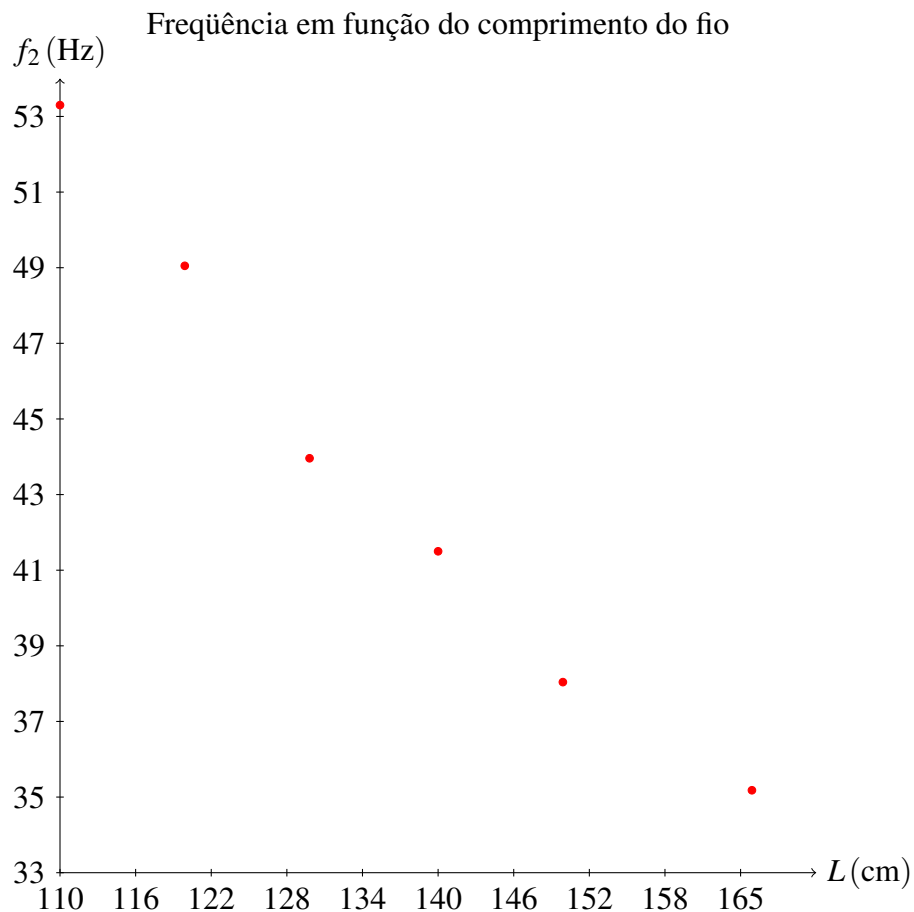
0.6 Comprimento do fio

Tabela 5: Variando o comprimento do fio (L)

L (cm)	f_2 (Hz)
110 ± 1	$53,3 \pm 0,1$
120 ± 1	$49,0 \pm 0,1$
130 ± 1	$44,0 \pm 0,1$
140 ± 1	$41,4 \pm 0,1$
150 ± 1	$38,0 \pm 0,1$
165 ± 1	$35,2 \pm 0,1$

Tabela 6: Parâmetros mantidos fixos

Parâmetro	Valor
T	$(0,060,2 \pm 0,1)$ kgf
μ	$(249 \pm 0,1)$ mg/m
ϕ	$(0,50 \pm 0,01)$ mm



$$\beta = -1$$

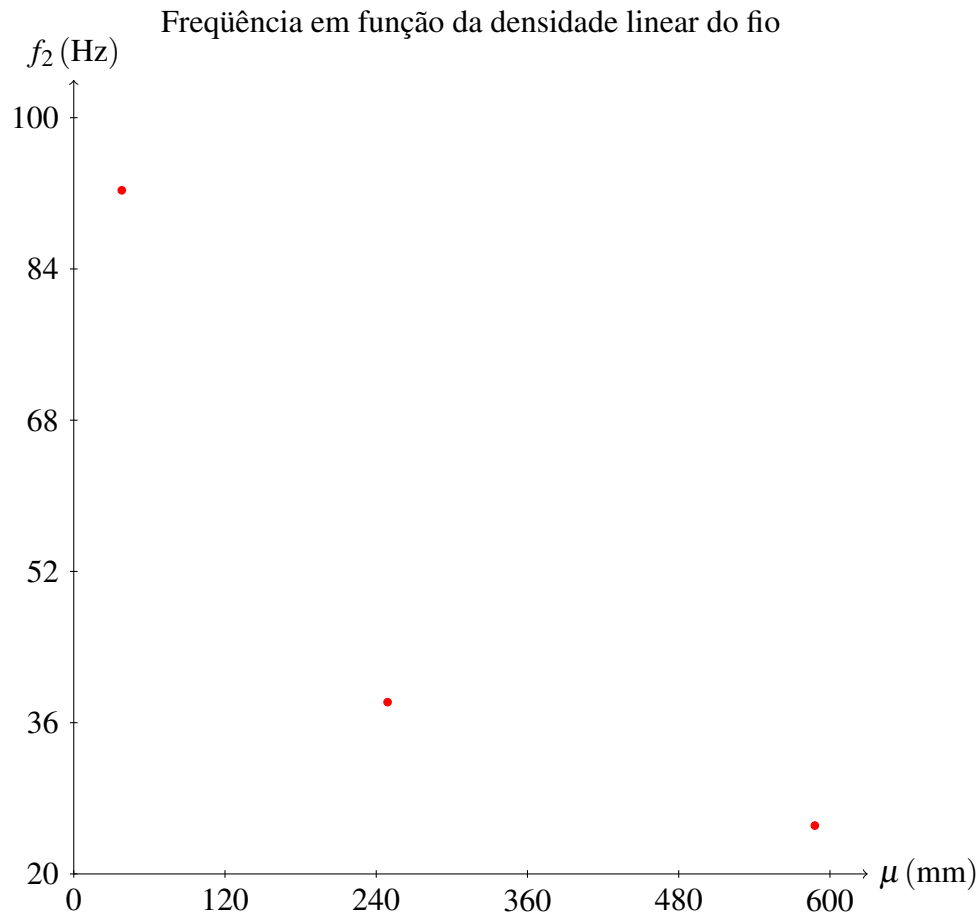
0.7 Densidade linear ou diâmetro do fio

Tabela 7: Variando a densidade linear do fio (T)

μ (mg/m)	ϕ (mm)	f_2 (Hz)
$38 \pm 0,1$	$0,20 \pm 0,01$	$92,3 \pm 0,1$
$249 \pm 0,1$	$0,50 \pm 0,01$	$38,1 \pm 0,1$
$588 \pm 0,1$	$0,80 \pm 0,01$	$25,1 \pm 0,1$

Tabela 8: Parâmetros mantidos fixos

Parâmetro	Valor
T	$(0,060,2 \pm 0,1)$ kgf
L	(249 ± 1) mg/m



$$\delta = 0,5$$

$$\eta = 0,5$$

0.8 Conclusão

Q7) Proponham aqui um método para a determinação da constante multiplicativa C (ou D) da expressão para f_n , determinem-a e estimem seu desvio de alguma forma. Atenção: C e D têm unidades diferentes.

A constante multiplicativa pode ser obtida escolhendo-se valores obtidos em alguma etapa do experimento e então substituindo-os na equação. Escolhendo-se o primeiro valor da primeira etapa:

$$\begin{aligned}f_n &= C \cdot \frac{n}{L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}} \\18,6\text{Hz} &= C \cdot \frac{1}{1,65\text{ m}} \cdot \sqrt{\frac{0,074\text{kgf}}{0,000249\text{kg/m}}} \\18,6\text{Hz} &= C \cdot 118,114\text{kgf/kg} \\C &= 0,103268 \frac{\text{Hzkg}}{\text{kgf}}\end{aligned}$$

Q8) *Discutam aqui os resultados obtidos e se puderam comprovar a estrutura proposta para a lei que expressa f_n como função dos parâmetros relevantes do sistema.*

Os valores obtidos para os coeficientes são compatíveis com os valores teóricos e, como pode-se ver abaixo, comprovam a lei.

$$\begin{aligned}f_n &= Cn^\alpha L^\beta T^\gamma \mu^\delta \\&= Cn^1 L^{-1} T^{0,5} \mu^{-0,5} \\&= C \cdot \frac{n}{L} \cdot \sqrt{\frac{T}{\mu}}\end{aligned}$$