

UNIVERSIDADE DO ESTADO DE SANTA CATARINA - UDESC  
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS – CCT  
JOINVILLE



**UDESC**  
**JOINVILLE**

**FÍSICA EXPERIMENTAL I – FEX1001**

**Joinville/SC, 2025**

Roteiro/Relatório da Experiência 5

Equilíbrio de corpos rígidos e elasticidade

Equipe (Número da bancada):

Nomes


## Introdução

“Dê-me um ponto de apoio e uma alavanca que moverei o mundo” – **Arquimedes** (287 - 212 a.C.). Nesta investigação equilibraremos um contrapeso em uma alavanca e determinaremos a relação da massa do contrapeso e a distância onde se encontra do ponto de apoio a fim de verificar experimentalmente o princípio da alavanca de Arquimedes.

## Objetivo

Verificar experimentalmente o princípio da alavanca de Arquimedes.

### Equipamentos fixos (não devem ser retirados/alterados da bancada da experiência)

- Sistema de pista inclinável com suporte de sensor de força e amortecedores elásticos (Pista)

### Material (na bancada de manutenção, solicitar ao docente e devolver depois da experiência)

- Sistema de Alavanca (alavanca)
  - o 1 Régua de alumínio:  $L = (100,00 \pm 0,05) \text{ cm}$ ,  $M = (150,00 \pm 0,01) \text{ g}$
  - o 1 suporte de massa:  $m = (10,00 \pm 0,01) \text{ g}$
  - o 1 pivô com nível de bolha
- 1 Conjunto de massas:  $m = 1 \times 10,00 \text{ g}; 2 \times 20,00 \text{ g}; 1 \times 50,00 \text{ g}$ ,  $\Delta m = 0,01 \text{ g}$

### Aplicativo/Software

- PASCO SPARKvue®

### Cuidados

- Segure a alavanca durante o processo de encontrar o equilíbrio, mas não se apoie.
- Não force o parafuso de fixação.

## Montagem e configuração

O Sistema de Alavanca (alavanca) é formado por uma régua homogênea de comprimento  $L$  e massa  $M$  montado em pivô móvel por meio de parafuso de fixação e um suporte de massa, também móvel que permite pendurar uma massa formando um contrapeso de massa combinada  $M_1$  a uma posição  $x_1$  da extremidade da régua (a partir da marca “0 cm”).

A alavanca é conectada na barra fixa da bancada e nivelada na horizontal com auxílio de um nível bolha no próprio pivô (a bolha deve ficar entre os dois traços do nível). Inicialmente a alavanca sem contrapeso é equilibrada quando o pivô é colocado exatamente no centro de massa (CM), que é o centro geométrico da régua.

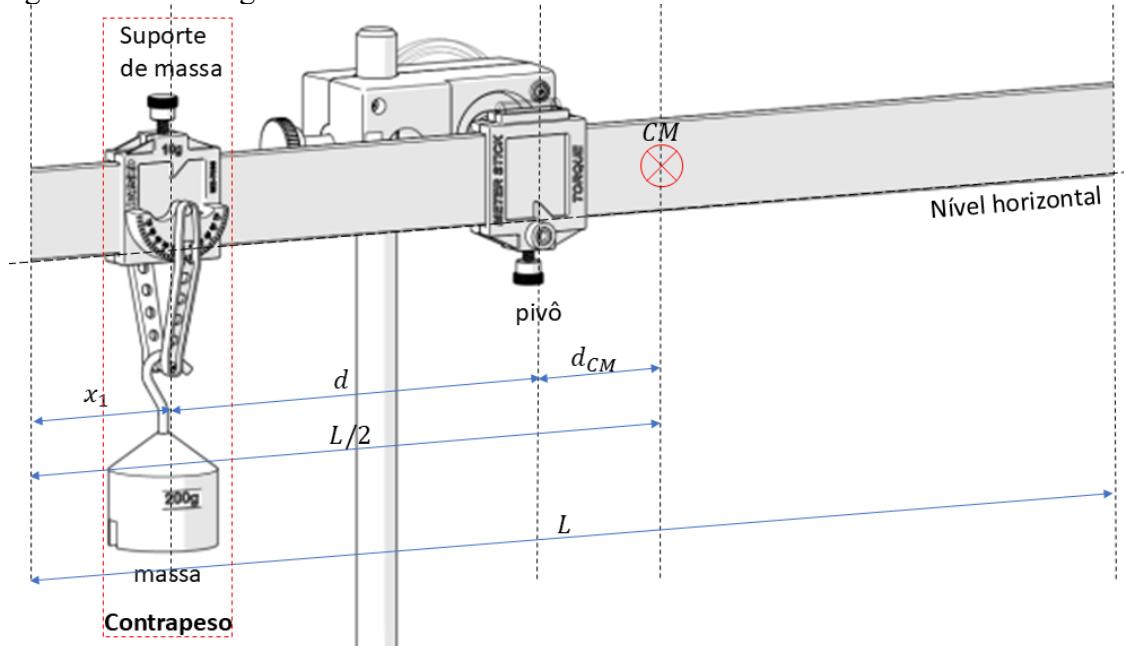


Figura 1: Montagem e configuração.

## Etapa 1

### 1. [1,0] Observações

Coloque o suporte de massa no lado da extremidade que começa a escala da régua (marca “0 cm”) e aperte suavemente o parafuso de fixação, tomando cuidado para não se apoiar na alavanca. Para equilibrar na horizontal afrouxe um pouco o parafuso de fixação do pivô e desloque suavemente a régua para lado oposto ao lado que pendeu e aperte novamente o parafuso de fixação quando em equilíbrio.

- a) Mova o suporte de massa um pouco mais para a região central. Para que lado pende? Equilibre horizontalmente.
  
- b) Pendure 50 g no suporte de massa. Para que lado pende? Equilibre horizontalmente.

### 2. [1,0] Experimentos

Qual é a relação da massa do contrapeso e a distância onde se encontra o contrapeso do pivô? A seguir são apresentados o procedimento experimental necessário para investigação.

#### Procedimento experimental

A experiência começa com o ajuste inicial da **Montagem e configuração**.

- a) Posicione o suporte de massa na posição  $x_1$  definida arbitrariamente pelo docente (entre a marca “0 cm” a um quarto da régua) e equilibre a alavanca ajustando a distância  $d$  entre o suporte de massa ( $m = 10,00 \text{ g}$ ) sem massa pendurada ( $m_1 = 0 \text{ g}$ ) e pivô. Note que o contrapeso tem massa combinada  $M_1 = m + m_1$ . Anote na Tabela 1 nas respectivas unidades.
- b) Acrescente mais  $10,00 \text{ g}$  ( $m_1$ ) em relação à massa anterior e repita o procedimento a).
- c) Repita b) para outras massas até completar a coluna correspondente da equipe, compartilhe com demais equipe\* e complete a Tabela 1.

\*Cada equipe é responsável pelos valores compartilhados, notando divergência no número de algarismos significativos, revise com a equipe que apresentar divergência até chegar a um consenso, revise as medidas.

**Tabela 1**

Alavanca		$M = 150,00 \text{ g}$	$L = 100,00 \text{ cm}$	$m = 10,00 \text{ g}$	$M_1 = m + m_1$	$x_1 = \text{cm}$
$m_1(\text{g})$	$M_1(\text{g})$	Equipe 1	Equipe 2	Equipe 3	Equipe 4	Equipe 5
		$d_1(\text{cm})$	$d_2(\text{cm})$	$d_3(\text{cm})$	$d_4(\text{cm})$	$d_5(\text{cm})$

Após a experiência verifique se sistema de alavanca está em ordem, desmonte e acondicione o suporte de massas, o pivô e o conjunto de massas na caixa e devolva a régua e a caixa para a bancada de manutenção. Mantenha a bancada organizada.

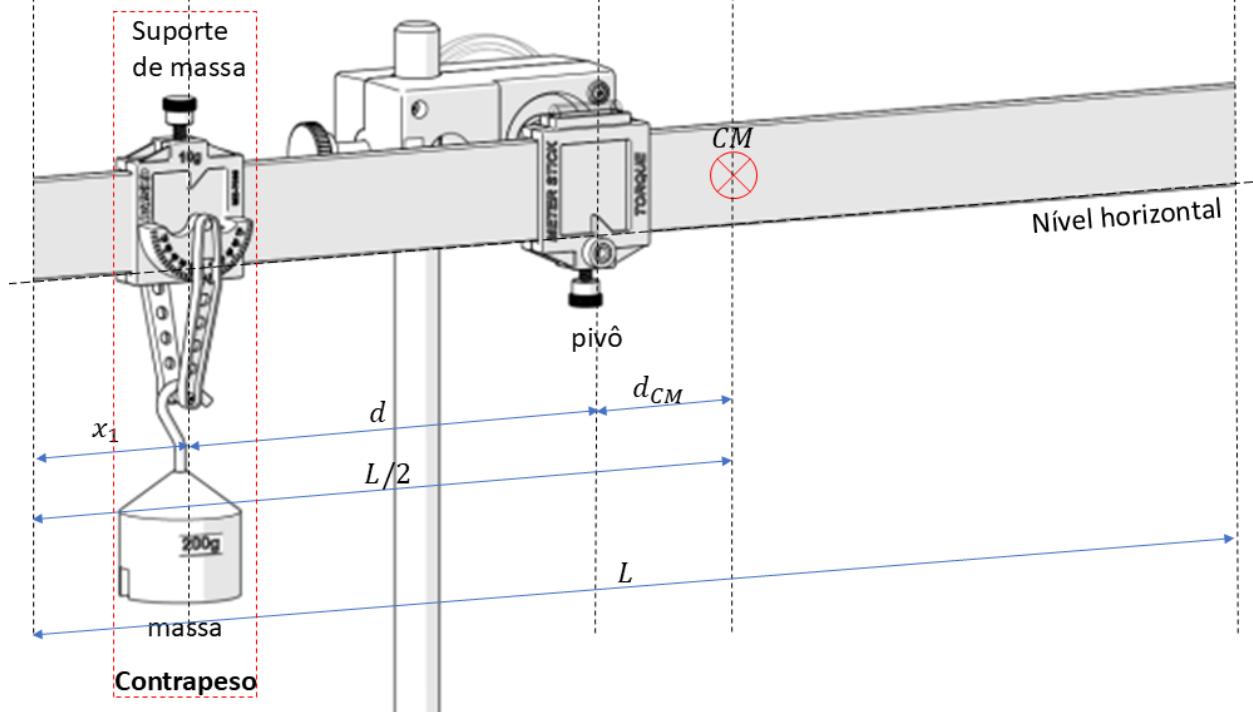
### 3. [1,0] Teoria

Revise o equilíbrio de corpos rígidos [1], faça um diagrama do corpo livre (DCL) para o sistema de alavanca da *Figura 1*, aplique os conceitos e demonstre que a distância  $d$  entre o pivô e o contrapeso de massa combinada  $M_1$  necessária para equilibrar horizontalmente é

$$d = \left( \frac{L-2x_1}{2} \right) \left( \frac{M}{M_1+M} \right), \quad (1)$$

onde  $L$  é o comprimento da régua,  $x_1$  é a posição do contrapeso a partir da extremidade onde começa a escala da régua e  $M$  é a massa da régua.

a) Apresente o DCL da alavanca na figura abaixo



b) Apresente a demonstração da equação (1)

**4. [1,0] Identificação das variáveis**

Identifique as quantidades físicas das variáveis no **2. Experimentos** e complete a Tabela 2.

<b>Tabela 2</b>	
Quantidade Física	Variável
	Independente
	Dependente

**5. [1,0] Linearização**

- a) Linearize a equação (1) para construção do gráfico linear no papel milimetrado e compare com a equação da reta  $y' = a'x' + b'$ .

- b) Escreva as relações para:

Variável independente  $x' =$

Variável dependente  $y' =$

Coeficiente angular  $a' =$

Coeficiente linear  $b' =$

(2)

**Etapa 2****6. [1,0] Análise estatística**

A partir das medidas da Tabela 1, calcule e preencha na Tabela 3:

- A média da distância  $\bar{d}$ .
- O desvio médio da distância  $\Delta d$ .
- O desvio padrão da distância  $\sigma_d$ .

**Tabela 3**

$M_1$ (g)	$\bar{d}$ (cm)	$\Delta d$ (cm)	$\sigma_d$ (cm)

**7. [1,0] Construção e análise do gráfico linear no papel milimetrado**

- Utilizando as relações (2) e os valores da Tabela 3, preencha a Tabela 4 e a partir desta construa um gráfico linear no papel milimetrado (em anexo).

**Tabela 4**

$x'$ (unidade) =	$y'$ (unidade) =

- Indique na reta obtida, os pontos  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  com os valores lidos, calcule os coeficientes da equação da reta com suas respectivas unidades e escreva a equação experimental obtida.

**Apresente os valores lidos dos pontos  $P_1$ ,  $P_2$  e  $P_3$  e os cálculos dos coeficientes**

Equação experimental (papel milimetrado):

(3)

### 8. [1,0] Construção e análise do gráfico linear no SPARKvue®

Na “Entrada Manual” copie os valores da Tabela 4 e ajuste uma curva e escreva a equação experimental obtida.

Equação experimental (SPARKvue®)

(4)

### 9. [1,0] Resultados

- a) Utilize as equações (3) e/ou (4) e as relações (2) e determine a massa  $M$  da régua.

- b) O valor de referência da massa da régua está na Tabela 1. Determine o erro percentual.

### 10. [1,0] Conclusões

Faça síntese dos resultados. O objetivo foi alcançado?

### Referências

[1] HALLIDAY, D., RENSICK, R. e WALKER, J. – Fundamentos de Física – Volume 2 Gravitação, Ondas e Termodinâmica – Livros Técnicos e Científicos Editora – 8<sup>a</sup> Edição.

[2] <https://www.wolframalpha.com/widgets/view.jsp?id=e856809e0d522d3153e2e7e8ec263bf2>

250

200

150

100

50

0

50

100

150