





**Faculdade de Engenharia**

**Departamento de Engenharia Química**

**Curso: Engenharia do Ambiente Iº Ano**

**Cadeira: Física I**

**Laboratório de Física I**

**Experiencia nº 1**

**Tema: Erros de Medição**

**Discentes:**

Chaúque, Inácio Joaquim

Sigaúque, Dorcília Miriam

Nhacume, Eugénio Lúcio

Matável, Milton Eduardo

Langa, Clemmancy

**Docente:**

Belarmino Luís Matsinhe

**Maputo, Março de 2023**

## Índice

I. INTRODUÇÃO.....	1
1.1- Contextualização .....	1
1.2-Objetivos.....	1
1.2.1- Objectivo Geral.....	1
1.2.2 - Objectivos específicos .....	1
2 - Enquadramento teórico.....	2
3- Metodologia.....	3
3.1 - Matérias usados .....	3
3.2 - Métodos .....	3
3.3 - Procedimentos .....	3
3.3.1 - Medição do comprimento do paralelepípedo.....	3
3.3.2 - Medição da largura do paralelepípedo.....	4
3.3.3 - Medição da altura do paralelepípedo.....	5
3.3.5 – Medição da área da circunferência.....	6
3.3.6- Medição do tempo .....	6
3.3.7- Medição da massa e peso.....	7
3.3.4.1- Medição da massa .....	7
3.3.4.2 - Medição do peso .....	7
3.3.4.3-Método diferencial logarítmico,o erro cometido na medição do volume. ....	8
4. Resultados e discussões.....	9
5. Conclusão .....	10
7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA.....	11
6. ANEXOS .....	12

## I. INTRODUÇÃO

### 1.1- Contextualização

Física laboratorial é um ramo da física que se dedica a realização de actividades experimentais práticas e demonstrativas.

No presente relatório abordar-se-á sobre 3 ensaios levados a cabo no laboratório de física, que os mesmos consistiam essencialmente na medição do comprimento, largura, altura, e o volume do paralelepípedo, também foi medido a área da circunferência cuja mesma foi feita com base em uma moeda de 5mt, após as devidas medições determinou o erro cometido nas medições a partir do pacote estatístico e do método diferencial logaritmo. No segundo ensaio, mediu se o tempo de descida de uma esfera num plano inclinado.

E por fim, ou seja, no último ensaio, mediram-se massas de 3 corpos na balança, calculou-se o peso dos mesmos considerando a aceleração da gravidade e por seguinte mediram-se os mesmos corpos no Dinamómetro, para efeitos de comparação entre o peso obtido na multiplicação das massas dos corpos pela aceleração da gravidade ( $P=m*g$ ) e o peso obtido no Dinamómetro.

### 1.2-Objetivos

#### 1.2.1- Objectivo Geral

- Determinação dos erros de medição.

#### 1.2.2 - Objectivos específicos

- Medir o comprimento, largura, altura do paralelepípedo;
- Determinar o volume do paralelepípedo;
- Determinar a área de circunferência de uma moeda;
- Medir o tempo;
- Determinar o desvio relativos das medições;
- Aplicar o conceito de algarismos significativos.

## 2 - Enquadramento teórico

### Teoria dos erros

**Dispersão das medidas:** quando se mede uma grandeza física diversas vezes, nem sempre os valores encontrados são coincidentes. O valor mais provável da grandeza é a média aritmética dos valores encontrados.

**Desvio absoluto médio:** é a média aritmética dos módulos dos desvios individuais.

**Desvio relativo:** é a razão entre o desvio absoluto ou padrão e o valor mais provável.

**Erro absoluto:** é a diferença entre o valor encontrado e o valor exacto da grandeza medida.

**Erro relativo:** é o quociente entre o erro absoluto e o valor exacto.

Para obter se o **erro relativo percentual** multiplica o erro relativo por 100%.

### Tipos de Medição

Existem 2 tipos de medição que são: **medição directa e indirecta.**

**Medição directa:** é aquela que resulta da aplicação directa de instrumentos de medição, podendo ser feita também por máquinas e outros dispositivos. Ex: para medir o comprimento de um livro usamos uma régua graduada.

**Medição indirecta:** quando o valor prove da aplicação de uma fórmula que relacionam a grandeza a medir com outras grandezas.

### Tipos de erros

Existem 3 tipos de erros que são nomeadamente, erros grosseiros; erros acidentais e erros sistemáticos.

**Erros acidentais:** são erros que ocorrem ocasionalmente mesmo a um experimentador competente e cuidadoso. Exemplo: instrumento electrónico de medida, onde a uma variação momentânea na corrente eléctrica pode alterar o valor de uma medição.

**Erros sistemáticos:** São erros que ocorrem por imperfeição no instrumento de medição ou falha no método. Ex: instrumento onde não aferiu-se o zero inicial da escala acarreta um erro em toda série de medições.

## **Fontes de erros**

Existem 4 fontes de erros que São: instrumentos de medição; observatório que realiza a experiencia; organização da experiencia e influencia do ambiente.

## **3- Metodologia**

### **3.1 - Matérias usados**

- Régua milimétrica;
- Cronómetro;
- Dinamómetro;
- Balança;
- Esfera;
- Plano inclinado;
- Massas

### **3.2 - Métodos**

Medição é o processo pelo qual medida de um objecto ou item é comparada com a medida do outro.

Para a realização dos 3 ensaios foi usado o método de medição directa.

Método de medição directa consiste no uso de um instrumento de medição que compara a variável a ser medida com um determinado padrão.

### **3.3 - Procedimentos**

#### **3.3.1 - Medição do comprimento do paralelepípedo**

Para medir o comprimento do paralelepípedo, usamos uma régua milimétrica escalada até 30 Cm, com a qual medimos o corpo de madeira em formato de paralelepípedo de modo que tivéssemos 6 números de medições ou seja fizemos 3 medições para cada um dos dois lados do comprimento, e de seguida fizemos o Registro dos dados obtidos abaixo mencionados na tabela;

Tabela<sub>1</sub>: **Medições do comprimento**

Nº de medições	1	2	3	4	5	6
Comprimento(mm)	25,1	25,0	24,9	25,0	25,0	24,9

**Comprimento médio**

$$C = \frac{25,1+25+24,9+25+25+24,9}{6} = 24,98\text{mm}$$

**Erro absoluto do comprimento**

Comprimento	
24,98	mm
+/-	
0,07536	

**NB:** A demonstração dos cálculos esta devidamente descrita nos anexos abaixo.

**3.3.2 - Medição da largura do paralelepípedo**

A medição da largura também foi feita com o auxílio da régua milimétrica de 30 Cm, com a qual medimos a largura do corpo de madeira, e tal como na medição anterior (Medição do comprimento) a largura também foi medida 6 vezes ou seja duas também, para cada lado da largura e de seguida fizemos o devido registo das medidas, como ilustra a tabela abaixo:

Tabela<sub>2</sub>: **Medições da largura**

Nº de medições	1	2	3	4	5	6
Largura(mm)	15,1	16,0	15,5	15,1	15,0	15,0

### Largura média

$$L = \frac{15,2+16+15,5+15,1+15+15}{6} = 15,28$$

### Erro absoluto da largura

Largura	
15,28	Mm
+/-	
0,4711	

**NB:** A demonstração dos cálculos esta devidamente descrita nos anexos abaixo.

### 3.3.3 - Medição da altura do paralelepípedo

A altura do paralelepípedo foi medida apenas uma vez tendo como base um dos lados da altura do objecto em questão (o corpo de madeira em formato de paralelepípedo) e essa medida foi feita com base na régua milimétrica escalada até 30 Cm e do corpo de madeira obteve se uma altura de 8,1 cm.

### 3.3.4- Determinação do volume do paralelepípedo e método diferencial logarítmico,o erro cometido na medição do volume

#### Volume do paralelepípedo

Dados	Formula/resolução
L= 15mm	V= l*c*h
C= 24mm	V= 15mm*24mm*81mm
h= 81 mm	V= 29160mm <sup>3</sup>

#### Método diferencial logarítmico,o erro cometido na medição do volume.

$$\ln V = \ln(c \cdot l \cdot h) \quad \text{obs: } dx = \Delta x$$

$$\ln V = \ln c + \ln l + \ln h$$

$$(\ln V)' = (\ln c)' + (\ln l)' + (\ln h)'$$



$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta h}{h}$$

$$\Delta V = V \left( \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta h}{h} \right)$$

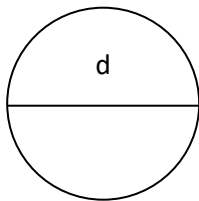
$$\Delta V = 29160 \left( \frac{0,5}{24mm} + \frac{0,5}{15mm} + \frac{0,5}{81mm} \right)$$

$$\Delta V = 1759,5$$

### 3.3.5 – Medição da área da circunferência

Traçamos uma circunferência com auxílio de uma moeda (de 5 MTS). Medimos o diâmetro.

Determinei a área da circunferência e exprimi, correctamente, o resultado em termos de algarismos significativos.



#### Dados:

$$d = 28mm = 2,8cm$$

$$r = d/2 = 1,4cm$$

#### Resolução

$$A = \pi r^2$$

$$A = 3,14 \times (1,4cm)^2$$

$$A = 6,1544cm^2$$

### Calculo do método diferencial logarítmico o erro cometido no cálculo da área da circunferencia

$$\ln A = \ln \pi r^2$$

$$\ln A = \ln \pi + \ln r^2$$

$$(\ln A)' = (\ln \pi)' + (\ln r^2)'$$

$$\frac{\Delta A}{A} = 2 \frac{\Delta r}{r}$$

$$\Delta A = 2A \frac{\Delta r}{r}$$

$$\Delta A = 2 \times 6,1544 \frac{0,5}{14}$$

$$\Delta A = 0,4396$$

### 3.3.6- Medição do tempo

A medição do tempo foi feita em relação a uma esfera que deslizava de um plano inclinado. Para a medição do tempo de descida, primeiro, prepararmos o cronómetro, o plano inclinado e a

esfera, de seguida largou-se a a esfera no plano inclinado literalmente ao mesmo tempo que premia-se o botão que dá partida a contagem do tempo no cronómetro, e quando a esfera atingia o limite do plano inclinado parava-se o tempo em decorrência. Esse procedimento teve 6 repetições e o tempo registado para cada repetição conforme ilustrada na tabela abaixo:

**Tabela: De medição do tempo**

N de medicos	1	2	3	4	5	6
Tempo(s/m)	01,01	00,87	01,00	01,00	01,00	01,00

O valor médio do tempo é 5.88 s

**Erro absoluto do tempo**

Tempo	
5.88	Segundos
+/-	
0,0532	

**NB:** A demonstração dos cálculos esta devidamente descrita nos anexos abaixo.

**3.3.7- Medição da massa e peso**

**3.3.4.1- Medição da massa**

Nessa etapa mediu-se a massa de três corpos sucessivamente superiores, em uma balança analógica, após a medição dos mesmos procedeu-se com o registro das respectivas massas, tais massas que foram usadas para determinação do peso dos corpos a partir da expressão **P= m\*g** onde **P**- peso, **m**- massa dos corpos, **g**- Aceleração de gravidade), considerando a aceleração da gravidade  $g= 9.8m/s^2$ .

**3.3.4.2 - Medição do peso**

Os mesmos corpos em questão na etapa anterior, foram fixados no Dinamómetro com auxílio de um fio e de seguida observados e registado os pesos dos mesmos.

**Tabela:** Resultados

Numero massas	Peso (p=m*g)	Peso no dinamómetro em N
1	0,2646N	0,1
2	0,9055N	0,5
3	1,26518N	1,1

**Nb:** A demonstração dos cálculos esta devidamente descrita nos anexos abaixo.

7. Depois do gráfico vamos determinar o declive:

$$m = \frac{y - y_0}{x - x_0}$$

$$m = \frac{4,7 - 4,5}{0,4722 - 0,4521} = 9,95$$

Determinei o declive verificamos que o valor é aproximadamente igual ao da aceleração de gravidade na terra.

### 3.3.4.3-Método diferencial logarítmico,o erro cometido na medição do volume.

$$\ln V = \ln(c \cdot l \cdot h) \quad \text{obs: } dx = \Delta x$$

$$\ln V = \ln c + \ln l + \ln h$$

$$(\ln V)' = (\ln c)' + (\ln l)' + (\ln h)'$$

$$\frac{\Delta V}{V} = \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta h}{h}$$

$$\Delta V = V \left( \frac{\Delta c}{c} + \frac{\Delta l}{l} + \frac{\Delta h}{h} \right)$$

$$\Delta V = 29160 \left( \frac{0,5}{24mm} + \frac{0,5}{15mm} + \frac{0,5}{81mm} \right)$$

$$\Delta V = 1759,5$$

#### 4. Resultados e discussões

Segundo Macuche, Gervásio Emílio, durante os ensaios que o mesmo realizou na faculdade de engenharia obteve como o resultado de desvio relativo do comprimento, largura e tempos as seguintes 1,2836%, 2,0163% e 3,96825% respectivamente no ensaio por nós feito obtivemos os seguintes resultados referentes ao comprimento, largura e tempo: 4,9%, 0,768%, 0,96%, essa diferença de resultados pode ter explicação na imprecisão dos materiais que usamos como é o caso da régua usada que já apresentava alguns números não visíveis, o plano inclinado que literalmente estava vi ciado, visto que o docente deu um concerto no mesmo e também o factor humano que fazia a interpretação dos dados e seu lançamento.

O mesmo autor acima supracitado obteve no resultado do volume  $26,418\text{mm}^3$  e nós obtivemos  $29,160\text{mm}^3$  nosso resultado é um pouco superior a do autor devido a diferença de dados usados. O Macuche obteve  $6,1544\text{cm}^2$  valor este referente ao cálculo da área de uma moeda de 5mt, também tiramos o mesmo resultado, visto que usamos a mesma moeda e conseqüentemente os mesmos dados.

## 5. Conclusão

Após realizar os procedimentos de medição no laboratório (colecta de dados de medição e determinação dos seus erros) concluiu-se que os ensaios foram positivos visto que os seus erros não foram superiores a 4,7%, valor aceitável face ao número de medições feitas.

Também, concluiu-se que e sempre melhor repetir medições várias vezes para que o grau de erro seja o mais reduzido possível ou seja para que o resultado do experimento seja muito próximo do valor real e que os materiais e/equipamentos usados sejam previamente testados pra evitar que sejam utilizados materiais já viciados. E opor se tratar de ensaios e que suas medições são interpretadas por pessoas e as mesmas estejam sujeitas a erros é importante que as pessoas envolvidas na realização do ensaio e colecta de dados, respectivamente, devem ser auxiliadas na verificação dos resultados e na sua anotação.

## 7. REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

Leão, António; Machatine, Augusto e Dirks, Marínus – **Física Básica Aulas Laboratoriais**. BUSC(EP) / Núcleo Editorial da UEM. Maputo. 1990.

GARCIA, ÁNGEL F. – Erros nas medidas. Acesso em - <http://www.fisica.ufs.br>. Aos 15-03-2013

RIZZO, Daniel. - Teoria de erros. Erros grosseiros, aleatórios e acidentais.htm. Acesso em - <http://fisicomaluco.com>. Aos 15-03-2013

ZIAR, Carlos A. - Elementos de teoria de erros.htm. Acesso em - <http://www2.fisica.uminho.pt>. Aos 15-03-2013

## 6. ANEXOS

Tabela: **Resultados**

N de medições	Comprimento (mm)	(Ci-C)	(Ci-C) <sup>2</sup>	Largura (mm)	(Li-L)	(Li-L) <sup>2</sup>	Tempo (seg)	(Ti-T)	(T - T) <sup>2</sup>
1	25,1	0,12	0,0144	15,1	-0,18	0,0324	01,01	0,03	0,0009
2	25,0	0,02	0,0004	16,0	0,72	0,5184	00,87	0,11	0,0121
3	24,9	-0,08	0,0064	15,5	0,22	0,0784	01,00	0,02	0,0004
4	25,0	0,02	0,0004	15,1	-0,18	0,324	01,00	0,02	0,0004
5	25,0	0,02	0,0004	15,0	-0,28	0,0784	01,00	0,02	0,0004
6	24,9	-0,08	0,0064	15,0	-0,28	0,0784	01,00	0,02	0,0004
----- --	-----	----- -	∑= 0,0284	----- -	----- -	∑= 1,11			∑=0,0146

### Demonstração de cálculos relativos ao comprimento

Ci - C

25,1- 24,98=0,12 mm

25,0-24,98=0,02 mm

24,9-24,98=-0,08mm

25,0-24,98=0,02mm

25,0-24,98=0,02mm

24,9-24,98=0,08mm

(Ci - C)<sup>2</sup>

0,22<sup>2</sup>=0,144 mm

0,02<sup>2</sup>=0,0004 mm

-0,08<sup>2</sup>=0,0064 mm

0,02<sup>2</sup>=0,0004 mm

0,02<sup>2</sup>=0,0004 mm

-0,08<sup>2</sup>=0,0064 mm

### Incerteza do comprimento

$$\Delta C = \sqrt{\frac{\sum(C-C)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,0284}{5}} = 0,07536$$

### Erro aleatório

$$Ea = \frac{K \cdot \Delta C}{\sqrt{N}}$$

$$Ea = \frac{4,032 \cdot 0,07536}{\sqrt{6}} = 1,24$$

### Desvio relativo

$$\Delta c = \sqrt{Ea^2 + Ec^2 + Ee^2}$$

$$\Delta c = \sqrt{(1,24)^2 + 0^2 + (0,1)^2}$$

$$\Delta c = 1,54 \text{ mm}$$

$$\Delta c = \frac{\Delta c}{c} \times 100\%$$

$$\Delta c = \frac{1,54}{24,98} \times 100\%$$

$$\Delta c = 0,049 \times 100\%$$

$$\Delta c = 4,9\%$$

Demonstração de cálculos relativos a largura

### A largura média e de 15,28

$(Li - L)$	$(Li - L)^2$
$15,1 - 15,28 = -0,18$	$(-0,18)^2 = 0,032$
$16,0 - 15,28 = 0,72$	$(0,72)^2 = 0,518$
$15,5 - 15,28 = 0,22$	$(0,22)^2 = 0,0484$
$15,1 - 15,28 = -0,18$	$(-0,19)^2 = 0,0324$
$15 - 15,28 = -0,28$	$(-0,28)^2 = 0,784$
$15 - 15,28 = -0,28$	$(-0,28)^2 = 0,0784$

### Incerteza da Largura

$$\Delta L = \sqrt{\frac{\sum (l-l)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{1,11}{5}} = 0,4711$$



### Erro aleatório

$$Ea = \frac{K \cdot \Delta C}{\sqrt{N}}$$

$$Ea = \frac{2,57 \cdot 0,0592}{\sqrt{6}} = 0,0621$$

### Desvio relativo

$$\Delta L = \sqrt{Ea^2 + Ec^2 + Ee^2}$$

$$\Delta L = \sqrt{(1,115)^2 + 0^2 + (0,1)^2}$$

$$\varepsilon = 0,117 \text{ mm}$$

$$\varepsilon_r = \frac{\Delta L}{L} \times 100\%$$

$$\varepsilon_r = \frac{0,117}{15,28} \times 100\%$$

$$\varepsilon_r = 0,00768 \times 100\%$$

$$\varepsilon_r = 0,768\%$$

### Demonstração de cálculos relativos ao tempo

$$(T_i - T)$$

$$1,01 - 0,98 = 0,03$$

$$0,97 - 0,98 = -0,11$$

$$1 - 0,98 = 0,02$$

$$1 - 0,98 = 0,02$$

$$1 - 0,98 = 0,02$$

$$1 - 0,98 = 0,02$$

$$(T - T)^2$$

$$(0,03)^2 = 0,0009$$

$$(-0,11)^2 = 0,0121$$

$$(0,02)^2 = 0,0004$$

$$(0,02)^2 = 0,0004$$

$$(0,02)^2 = 0,0004$$

$$(0,02)^2 = 0,0004$$

### Incerteza do tempo

$$\Delta T = \sqrt{\frac{\sum (t_i - t)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{0,}{5}} = 0,0532$$

### Erro aleatório

$$Ea = \frac{K \cdot \Delta C}{\sqrt{N}}$$

$$Ea = \frac{2,57 \cdot 0,053}{\sqrt{6}} = 0,055$$

### Desvio relativo

$$\Delta T = \sqrt{Ea^2 + Ec^2 + Ee^2}$$

$$\Delta T = \sqrt{(0,055)^2 + 0^2 + (0,01)^2}$$

$$\Delta T = 0,0565$$

$$\varepsilon = \frac{\Delta T}{\vec{T}} \times 100\%$$

$$\varepsilon = \frac{0,0565}{5,88} \times 100\%$$

$$\varepsilon = 0,0096 \times 100\%$$

$$\varepsilon = 0,96\%$$

### Demonstração dos cálculos das massas

1. Com o auxílio da balança determinar a massa do corpo:

$$m_1 = 27\text{g} = 0,027\text{ kg}$$

$$m_2 = 92,4\text{g} = 0,0924\text{ kg}$$

$$m_3 = 129,1 = 0,1291\text{ kg}$$

Supondo que a aceleração da gravidade tem o valor  $g = 9,8\text{ m/s}^2$  calculou-se o valor do peso do corpo através da fórmula  $P = m \times g$ .

#### Peso da massa 1

$$P = m \times g$$

$$P = 0,027\text{kg} \times 9,8\text{ m/s}^2$$

$$P = 0,2646\text{N}$$

#### Peso da massa 2

$$P = m \times g$$

$$P = 0,0924\text{kg} \times 9,8\text{ m/s}^2$$

$$P = 0,9055\text{N}$$

### **Peso da massa 3**

$$P = m \times g$$

$$P = 0,1291\text{kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2$$

$$P = 1,26518\text{N}$$

Tabela: Resultados