



Jhonny Mitchel Silveira Alves Silva 12011FMT037

Ricardo Tadeu Oliveira Catta Preta 11911FMT028

Rogério Buso de Andrade 12011FMT009

# **Laboratório de física básica 1**

## **Relatório 1 - MRU**

Uberlândia - MG

8 de fevereiro de 2022

# Sumário

<b>Sumário</b>	<b>1</b>
<b>1 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS</b>	<b>2</b>
<b>2 RESULTADOS E DISCUSSÕES</b>	<b>3</b>

# 1 Procedimentos experimentais

Para realizar o experimento foram utilizadas uma fita milimetrada (erro instrumental de 0,5mm), uma bola de gude, um cronômetro (erro instrumental de 0,01s) e uma rampa improvisada, basicamente uma capa dura de caderno inclinada, como segue na figura abaixo.



Figura 1.0.1 – Foto do aparato experimental, constituído por uma rampa (feita de caderno), uma fita milimetrada e marcações espaçadas de 40 cm.

Colocamos a rampa no início de uma mesa de vidro, e soltamos a bola de gude de duas alturas para comparar os resultados. A cada 40cm que a bola de gude percorria, era marcado o tempo gasto, sendo assim, tivemos 3 marcações (até 120cm). Os materiais escolhidos foram com o intuito de minimizar o coeficiente de atrito, assim aproximando a experiência de um MRU (movimento retilíneo uniforme). O experimento foi realizado 3 vezes com cada altura; coletamos os dados e realizamos um pós processamento com um código em Python, que calcula todas as quantidades estatísticas apresentadas na disciplina. O código desenvolvido para a disciplina está disponível em: [https://github.com/ricardocatta/lab\\_physics1](https://github.com/ricardocatta/lab_physics1).

## 2 Resultados e Discussões

A partir dos dados coletados com o experimento, montamos uma tabela da posição em função do tempo.

$r \pm 0.5(mm)$	$t_1 \pm 0.01(s)$	$t_2 \pm 0.01(s)$	$t_3 \pm 0.01(s)$	$t_4 \pm 0.01(s)$	$t_5 \pm 0.01(s)$	$t_6 \pm 0.01(s)$
0.4	0.87	0.80	0.86	0.54	0.67	0.67
0.8	2.17	2.01	2.02	1.39	1.35	1.42
1.2	3.63	3.53	3.47	2.24	2.15	2.35

A equação para a análise dos dados da posição em função do tempo, foi assumida da seguinte forma:

$$d = kt^n \quad (2.1)$$

Precisamos linearizar a equação 2.1. Aplicando o logaritmo natural em ambos os lados da equação, obtemos:

$$\ln d = \ln k + n \ln t \quad (2.2)$$

Para plotar o gráfico da equação 2.2, realizamos a média do tempo para duas alturas distintas  $h_1$  e  $h_2$ . Primeiro, plotamos os resultados da posição em função da média do tempo ( $t_{m1}$ ) para o experimento com a altura  $h_1$ .

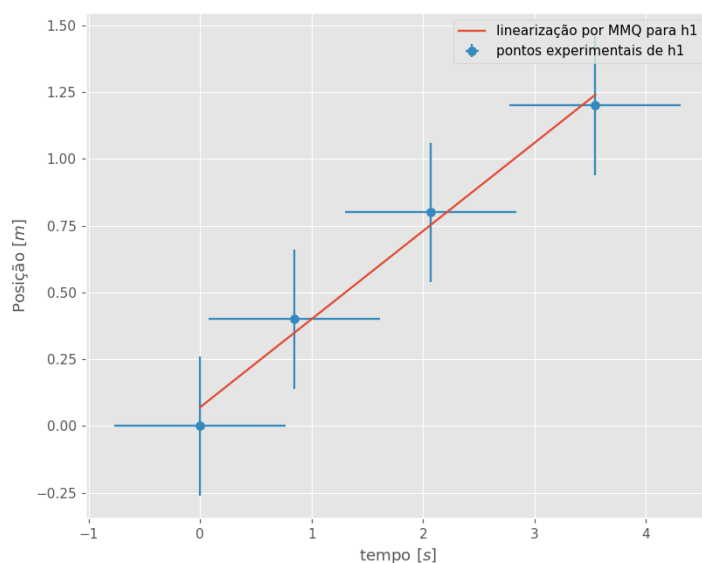


Figura 2.0.1 – Gráfico da posição em função do tempo para a altura  $h_1$ .

Uma tabela com os parâmetros  $y = \ln(d)$  e  $x = \ln(t)$  será construída. Como os parâmetros  $d$  e  $t$  tem incertezas, essas incertezas foram propagadas.

$\Delta \ln t_1$	$\Delta \ln t_2$	$\Delta \ln d$
0.01	0.02	0.001
0.005	0.007	0.0006
0.003	0.004	0.0004

Após aplicar o método dos mínimos quadrados (MMQ), utilizamos o código em python e encontramos as seguintes quantidades estatísticas para o primeiro experimento com altura  $h_1$ :

Erro quadrático(m)	Erro quadrático médio(m)	Erro da regressão(m)
0.011	0.8	0.014

Os erros estatísticos para o primeiro experimento são:

Erro estatístico $t_{m1}(s)$	Erro estatístico de $y_1(m)$	Erro associado do $t_{m1}(s)$	Erro associado de $y_1(m)$
0.77	0.26	0.774	0.26

Com isso, calculamos  $\ln k = 0.07$ , que representa o coeficiente linear da regressão, e o valor de  $n = 0.33$ , o coeficiente angular da reta.

Por fim, os valores encontrados para a posição  $h_1$ , já com os cálculos da propagação de incerteza, serão:

Posição $h_1$ (m)
$0.400 \pm 0.004$
$0.800 \pm 0.002$
$1.200 \pm 0.002$

Posteriormente, encontramos o gráfico para o experimento da bolinha lançada à altura  $h_2$  em função do segundo tempo médio ( $t_{m2}$ ).

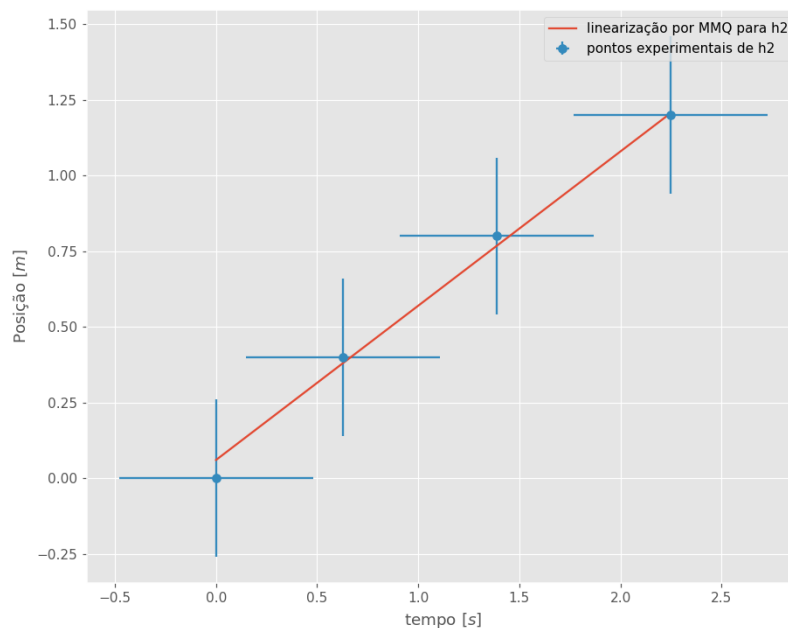


Figura 2.0.2 – Gráfico da posição em função do tempo para a altura  $h_2$ .

Novamente, após aplicar o método dos mínimos quadrados (MMQ), e utilizando o código desenvolvido em python, encontramos os coeficientes angular  $n = 0.51$  e linear  $= 0.06$ , além das seguintes quantidades estatísticas para o primeiro experimento com altura  $h_2$ :

Erro quadrático(m)	Erro quadrático médio(m)	Erro da regressão(m)
0.005	0.8	0.006

Os erros estatísticos para o primeiro experimento são:

Erro estatístico $t_{m2}(s)$	Erro estatístico de $y_2(m)$	Erro associado do $t_{m2}(s)$	Erro associado de $y_2(m)$
0.48	0.26	0.48	0.26

Por fim, os valores encontrados para a posição  $h_2$ , já com os cálculos da propagação de incerteza, serão:

Posição $h_2$ (m)
$0.400 \pm 0.007$
$0.800 \pm 0.005$
$1.200 \pm 0.004$

Podemos analisar num mesmo gráfico, o comportamento das curvas para as duas alturas  $h_1$  e  $h_2$ , como segue na figura abaixo:

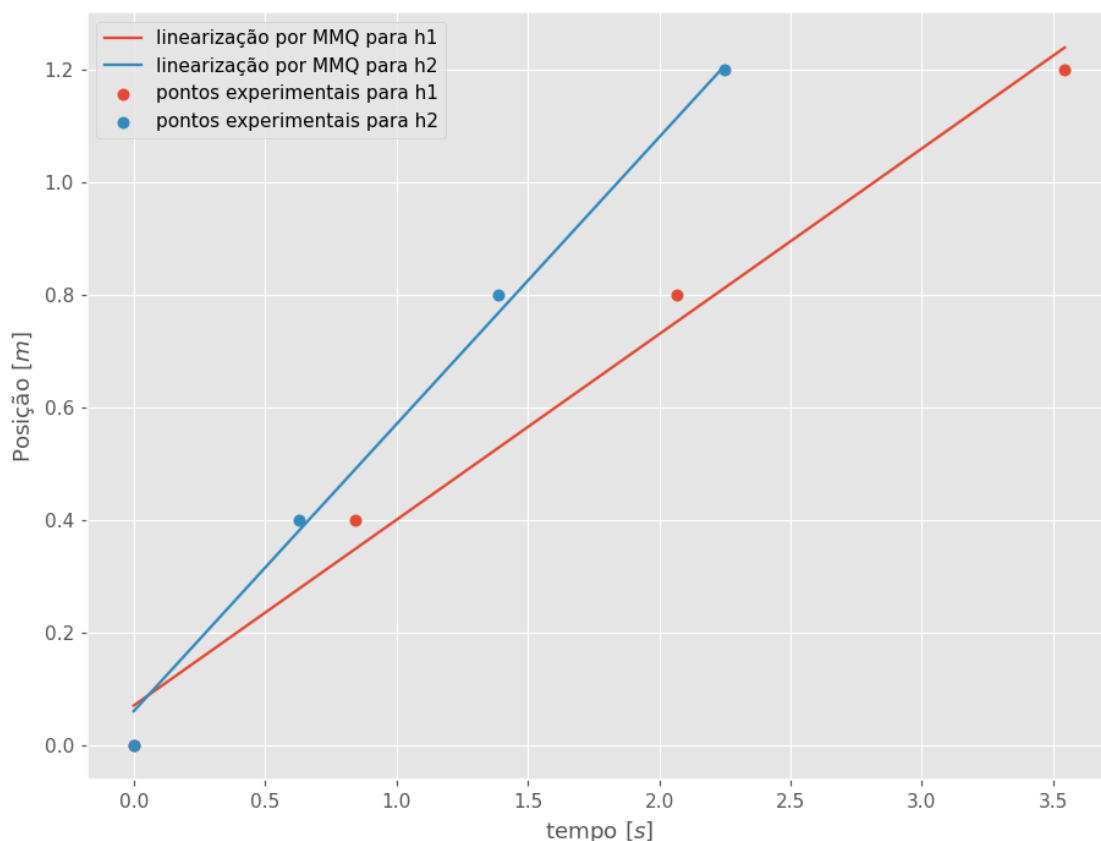


Figura 2.0.3 – Gráfico da posição em função do tempo para as alturas  $h_1$  e  $h_2$ .

Observando os dois experimentos, foi possível perceber uma velocidade maior da bola de gude quando lançada da maior altura, e comparando com os dois gráficos, percebemos que está diretamente ligada com a inclinação das retas encontradas, ou seja, o coeficiente angular das retas é quem determina a velocidade da bola. Já quando analisamos o coeficiente linear dos gráficos, percebemos que seu valor está ligado com a posição inicial da bola de gude.

Por fim, como observamos um comportamento aproximadamente linear da posição em função do tempo, podemos inferir que a velocidade da bolinha é aproximadamente constante ao longo do tempo observado.