

# Física - Discussão Projeto I

## Unidades

Todas as medidas presentes no código R são dadas no SI (Sistema Internacional de Medidas), a menos que explicitado o contrário. Todas as medidas presentes em gráficos e tabelas estarão acompanhadas da unidade utilizada.

## Parâmetros dos experimentos

```
# Massa do carrinho com bandeira.
p.massa = 0.2107

# Tamanho da régua
p.regua = 2

# Posição inicial do fim da bandeira em relação a origem da régua.
p.bandeira = 0.204

# Tamanho da bandeira.
p.tam_bandeira = 0.0975

# Distância entre sensores adjacentes em cada um dos experimentos de movimento retilíneo.
p.MRU.distancias = c(0.373, 0.322, 0.655, 0.37)
p.MRU.posicoes = cumsum(p.MRU.distancias) - p.bandeira
p.MUV.distancias = c(0.207 + p.bandeira, 0.414, 0.427, 0.49)
p.MUV.posicoes = cumsum(p.MUV.distancias) - p.bandeira
p.MUV_flag.distancias = c(0.406, 0.49, 0.354, 0.495)
p.MUV_flag.posicoes = cumsum(p.MUV_flag.distancias) - p.bandeira

# Altura do plano inclinado em função do deslocamento do carrinho em cada um dos experimentos de MUV.
p.MUV.h = function(s = 0) { 0.012 * (p.regua - p.bandeira - s) / p.regua }
p.MUV_flag.h = function(s = 0) { 0.005 * (p.regua - p.bandeira - s) / p.regua }
```

## Dados dos experimentos

Os dados dos experimentos MU e MUV foram carregados a partir de arquivos .csv previamente construídos a partir das anotações feitas durante a aula.

```
dados.MRU = read.csv("mru.csv")
dados.MUV = read.csv("muv.csv")
dados.MUV_flag = read.csv("muv_flag.csv")
```

### Observações - MUV (bandeira)

	t <sub>1</sub> (s)	t <sub>2</sub> (s)	t <sub>3</sub> (s)	t <sub>4</sub> (s)
1	0.755	0.479	0.371	0.308
2	0.761	0.476	0.369	0.307
3	0.755	0.479	0.367	0.306
4	0.778	0.476	0.371	0.308
5	0.764	0.475	0.37	0.307

## Funções e constantes

Algumas funções e constantes foram definidas com o intuito de tornar tais trechos de código reutilizáveis.

```
# Constantes comuns (physics)
ph.G = 9.7833

# Funções comuns (physics)
ph.peso = function(m, g = ph.G) { m*g }
ph.e.potencial = function(m, h, g = ph.G) { m*g*h }
ph.e.cinetica = function(v, m) { 0.5*m*v^2 }
ph.trabalho = function(f, dx, theta) { f*dx*cos(theta) }

# Funções MRU
MRU.velocidade = function(ds, dt) { ds/dt }
MRU.deslocamento = function(v, t) { v*t }

# Funções MUV
MUV.velocidade = function(a, t, v0 = 0) { v0 + a*t }
MUV.deslocamento = function(a, t, v0 = 0) { t*v0 + 0.5*a*t^2 }
MUV.aceleracao = function(s, t, v0 = 0) { 2*(s - t*v0)/t^2 }
```

## Experimentos

### Movimento Retilíneo

Os experimentos foram realizados num trilho de ar de 2 metros de comprimento, onde foi colocado um carrinho de 210.7 gramas com uma bandeira centralizada de 9.75 centímetros. Tal carrinho foi colocado no ponto mais à esquerda do trilho e foi suspenso por uma fina camada de ar que tornou o atrito no sistema desprezível. Além disso, 4 sensores foram dispostos ao longo desta régua. Em cada experimento estes sensores foram usados de forma diferente, como explicado nas próximas seções.

#### Movimento Retilíneo Uniforme

Cada iteração do experimento consistiu no lançamento do carrinho a uma velocidade fixa, com auxílio de uma mola presente no extremo inicial do trilho. No momento do lançamento, 4 *timers* foram disparados: cada um dos timers foi associado a um dos sensores dispostos no trilho. Cada um dos timers parava quando a bandeira do carrinho adentrasse a região de detecção do sensor.

O objetivo do movimento foi analisar o Movimento Retilíneo Uniforme na prática. Para isso, o trilho foi cuidadosamente ajustado de forma com que sua inclinação em relação ao chão fosse desprezível.

As tabelas abaixo mostram as posições onde cada um dos 4 sensores foram colocados ao longo do trilho e, para cada iteração realizada, os tempos registrados por cada um dos sensores.

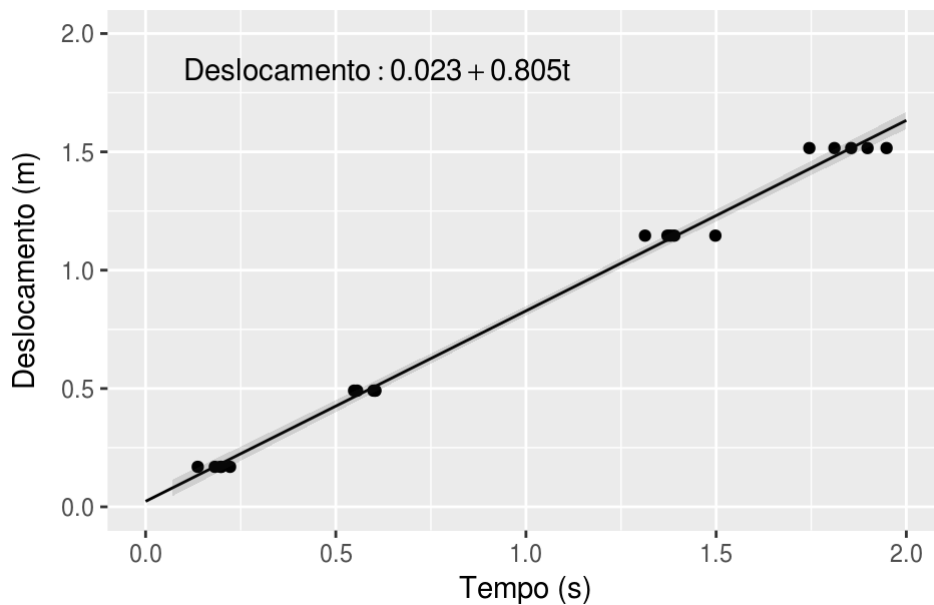
## Observações - MRU

$s_1$ (m)	$s_2$ (m)	$s_3$ (m)	$s_4$ (m)
0.169	0.491	1.146	1.516

	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	$t_4$ (s)
1	0.222	0.603	1.372	1.811
2	0.197	0.604	1.498	1.898
3	0.199	0.599	1.39	1.948
4	0.182	0.556	1.313	1.745
5	0.137	0.548	1.38	1.855

No gráfico abaixo é possível visualizar cada uma das observações obtidas. Além disso, é possível notar que a distribuição das observações lembra uma reta, o que condiz com a natureza do *MRU*. Mais especificamente, uma reta que descrevesse razoavelmente bem um *MRU* a partir das observações dadas foi gerada a partir do método de regressão linear. Podemos notar que o coeficiente  $\beta_1 = 0.805$  obtido indica justamente a taxa de variação do deslocamento com a variação do tempo, ou a **velocidade** do carrinho, que é constante num *MRU* perfeito.

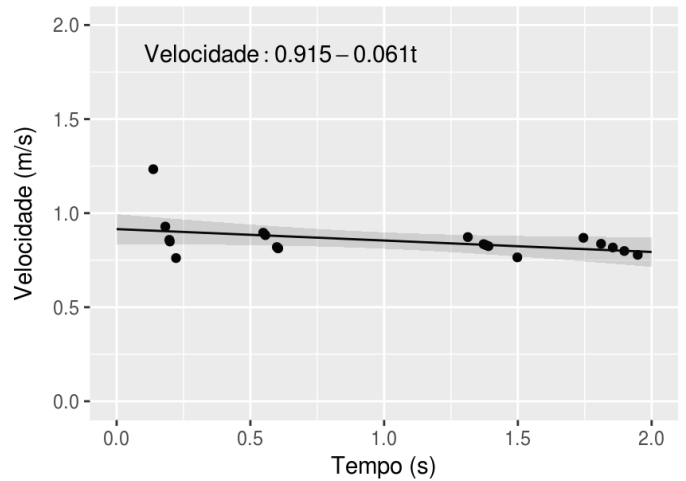
## Deslocamento x Tempo



Podemos ainda obter a *velocidade média* ( $\Delta s / \Delta t$ ) no trajeto entre a origem do trilho e cada um dos sensores e obter uma reta através do mesmo método de regressão linear que nos mostre que, de fato, a velocidade do carrinho se mostra praticamente constante durante as iterações do experimento. Note que o coeficiente  $\beta_1 = 0.061$  é razoavelmente pequeno, mostrando que há poquíssima variação na *velocidade média* do carrinho durante o trajeto.

Velocidade x Tempo

$v_1$ (m/s)	$v_2$ (m/s)	$v_3$ (m/s)	$v_4$ (m/s)
0.76	0.81	0.84	0.84
0.86	0.81	0.77	0.8
0.85	0.82	0.82	0.78
0.93	0.88	0.87	0.87
1.23	0.9	0.83	0.82



## Movimento Uniformemente Variado

O trilho de ar foi levemente inclinado com ajuda de uma pastilha, fazendo com que o trilho se tornasse um plano inclinado de 2 metros de comprimento e 1.2 centímetros de altura (em relação à origem da régua). Na única iteração deste experimento, o carrinho foi solto, a partir do repouso, do começo da régua e os tempos foram medidos de forma semelhante ao *MRU*.

O objetivo do experimento foi analisar o *Movimento Uniformemente Variado* na prática.

As tabelas abaixo mostram as posições onde cada um dos 4 sensores foram colocados ao longo do trilho e os tempos registrados por cada um dos sensores.

Observações - MUV

$s_1$ (m)	$s_2$ (m)	$s_3$ (m)	$s_4$ (m)
0.207	0.621	1.048	1.538

	$t_1$ (s)	$t_2$ (s)	$t_3$ (s)	$t_4$ (s)
1	2.531	4.378	5.696	6.917

Deslocamento x Tempo

