

# Relatório do EP de MAC0209

Antonio Fernando Silva e Cruz Filho

Cássio Azevedo Cancio

Eduardo Mendes Lopes

Guilherme Mota Pereira

Larissa Vitoria Medeiros Silva

Luiz Gabriel Lima Arrais

3 de julho de 2022

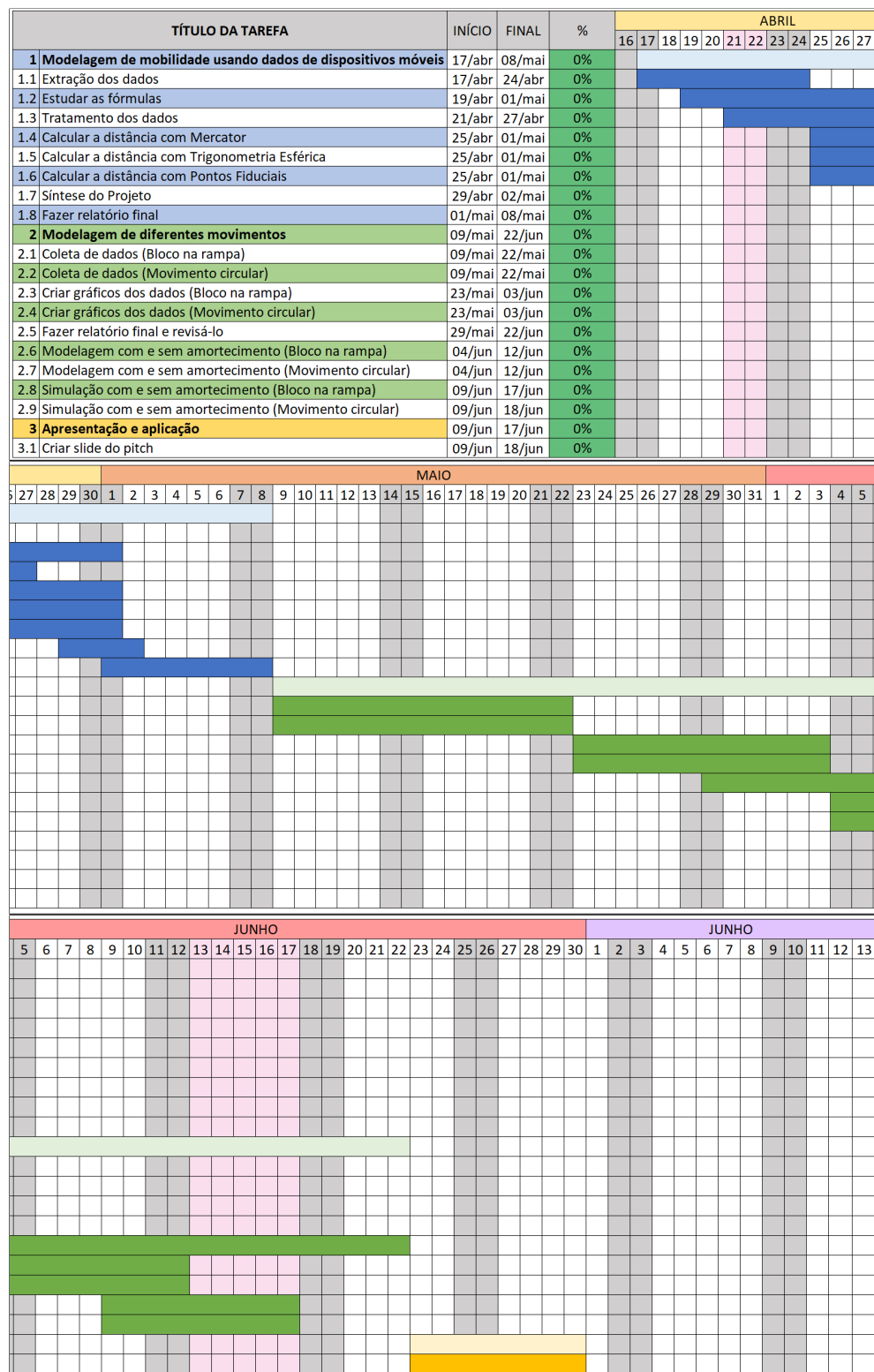
## **Resumo**

Esse exercício-programa foi feito para a matéria de Modelagem e Simulação. O trabalho foi dividido em duas partes: na primeira, o objetivo era utilizar uma plataforma de coleta de imagens de ruas e rodovias, Kartaview, para fazer a análise de diferentes métodos de medição de distância e compará-los. Na segunda parte, foi necessário fazer a modelagem de diferentes movimentos. O grupo escolheu analisar o Bloco na Rampa e o Movimento Circular.

# Conteúdo

<b>1</b>	<b>Cronograma</b>	<b>3</b>
1.1	Gantt Chart . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Kartaview</b>	<b>4</b>
2.1	Introdução . . . . .	4
2.2	Objetivos . . . . .	4
2.3	Dados e métodos . . . . .	4
2.4	Resultados experimentais . . . . .	5
2.4.1	Brasil . . . . .	5
2.4.2	Exterior . . . . .	6
2.5	Discussão . . . . .	7
<b>3</b>	<b>Modelos de movimentos diversos (máximo de 4 páginas)</b>	<b>8</b>
3.1	Introdução . . . . .	8
3.2	Objetivos . . . . .	8
3.3	Dados e métodos . . . . .	8
3.4	Resultados experimentais . . . . .	8
3.4.1	Bloco na rampa . . . . .	8
3.4.2	Movimento circular . . . . .	8
3.5	Discussão . . . . .	8
<b>4</b>	<b>Aplicação (máximo de 4 páginas)</b>	<b>9</b>
4.1	Introdução . . . . .	9
4.2	Objetivos . . . . .	9
4.3	Dados e métodos . . . . .	9
4.4	Resultados experimentais . . . . .	9
4.5	Discussão . . . . .	9

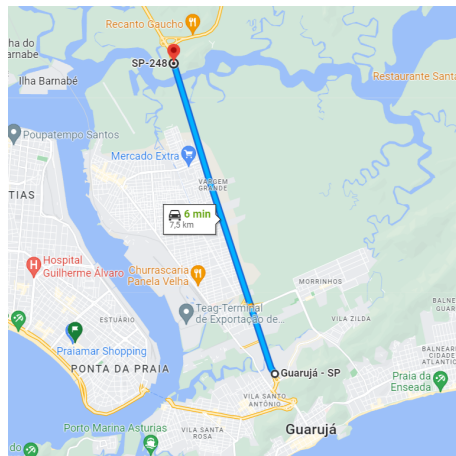
## 1.1 Gantt Chart



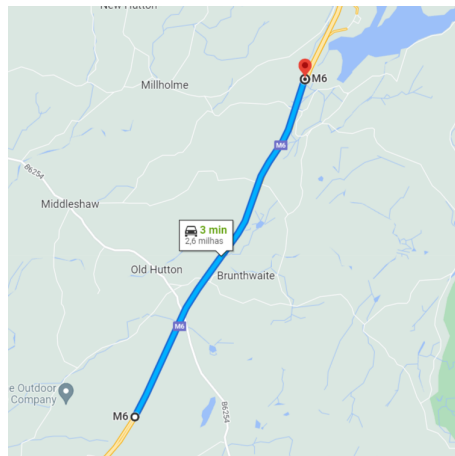
## 2 Kartaview

### 2.1 Introdução

Primeiramente, foi necessário escolher duas rodovias, uma no Brasil e outra no exterior, para que os métodos desenvolvidos pudessem ser testados. Basicamente, o Kartaview disponibiliza fotos retiradas por um celular em algum trajeto percorrido por um usuário da plataforma de carro. O grupo decidiu utilizar, para o trecho nacional, um pedaço da rodovia SP-248 próximo à cidade do Guarujá, em São Paulo, já o trecho no exterior, foi a rodovia M6 no Reino Unido, próximo à vila de Old Hutton em South Lakeland.



(a) Guarujá



(b) Inglaterra

Figura 1: Figuras dos trechos escolhidos para a análise.

### 2.2 Objetivos

O objetivo era utilizar os dados extraídos do Kartaview para medir as distâncias percorridas pelo carro e a velocidade desse percurso. As distâncias deveriam ser calculadas por meio de 3 métodos de medição: fórmula de Haversine, projeção das coordenadas esféricas no plano e a trigonometria esférica. Depois de conseguir esses resultados, eles deveriam ser comparados com o resultado real, que poderia ser obtido por meio de sites, como o Google Maps ou com a análise de pontos fiduciais presentes nas imagens do percurso.

### 2.3 Dados e métodos

Foram utilizados os dados da API do Kartaview. O grupo decidiu produzir métodos em código que fossem capazes de acessar a API da plataforma e requisitar os dados diretamente, sem a necessidade de, por exemplo, extrair os dados manualmente com o Postman.

Os dados são recebidos como um JSON, depois são filtrados para conter apenas as informações necessárias para os experimentos. As informações utilizadas são: latitude e longitude (para que seja possível calcular as distâncias), o index da foto (para saber a ordem), a url da foto (para poder baixá-la) e a data e horário (para saber a diferença de tempo entre as imagens).

Além disso, o programa possui uma função que baixa da internet todas as imagens de um dado trajeto para que seja possível fazer a análise dos pontos fiduciais. No caso do trecho brasileiro, são 443 fotos amostradas e, no trecho Inglês, são 118 amostras.

Para a parte de análise, as distâncias foram calculadas por meio dos 3 métodos e foram plotadas em um gráfico junto com a “distância real” fornecida pelo sistema do Google Maps de medição e a variação dos pontos fiduciais.

## 2.4 Resultados experimentais

### 2.4.1 Brasil

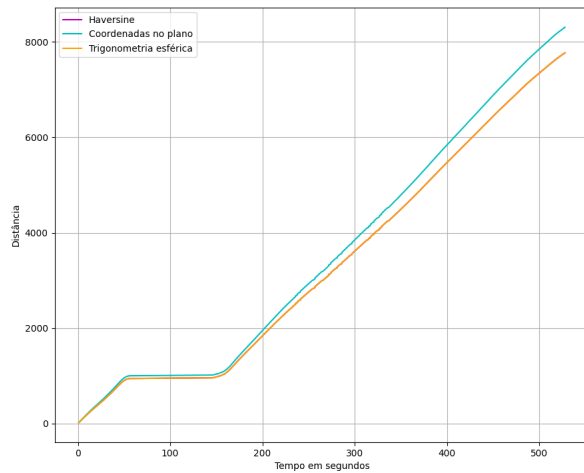
Primeiramente, a distância calculada pelo Google Maps para o trajeto foi 7,5km e, analisando os pontos fiduciais, a distância encontrada foi 7,8km. As imagens a seguir mostram as placas da rodovia registradas nas fotos.



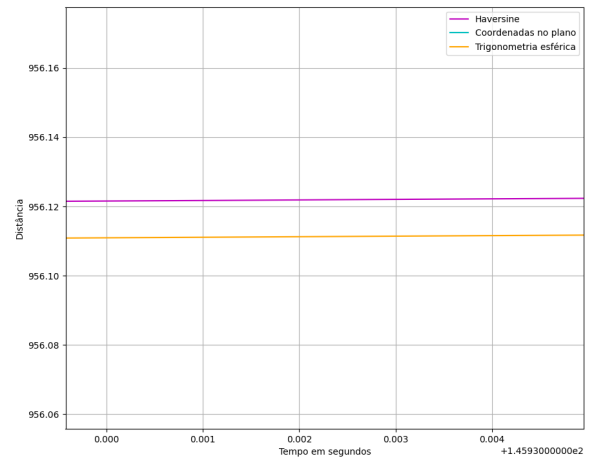
Figura 2: Imagem das placas do percurso no Brasil.

Depois da coleta dos pontos fiduciais e da distância medida pelo Maps, o programa de medição de distância foi rodado para que os 3 diferentes metros estimassem a distância. O primeiro teste media a distância total percorrida, gerando um gráfico de tempo por distância.

A princípio, foi percebido um comportamento estranho no gráfico. Por volta do primeiro minuto de trajeto, a distância estabilizou e só voltou a crescer por volta de um minuto e meio depois. Esse fato gerou desconfiança sobre o funcionamento do código, no entanto, ao analisar os dados, é possível ver que de fato essa pausa existiu no trajeto, no entanto, em vez do Kartaview tirar diversas fotos com o carro parado, ele percebeu esse não deslocamento e retirou as fotos paradas do registro. Assim, no momento da pausa, duas fotos consecutivas tiveram uma diferença de quase um minuto e meio, como pode ser visto a seguir no gráfico:



(a) Imagem completa



(b) Zoom da imagem

Figura 3: Gráfico da distância pelo tempo.

Outra coisa interessante, visível na segunda imagem, é que os métodos de Haversine e Trigonometria Esférica ficaram muito próximos, mesmo no final do trajeto, a diferença foi menor que 1 metro. No final das contas, o que divergiu mais foi o método de planificação da esfera. Os resultados dos trechos foram:

Método	Valor calculado (em metros)
Coordenadas no plano	8309.73
Haversine	7771.52
Maps	7500.00
Pontos fiduciais	7800.00
Trigonometria esférica	7771.5

Como requisitado, o programa mede, entre cada par de pontos, a distância percorrida, o tempo, a velocidade etc, no entanto, colocar esses dados no relatório não seria tão ilustrativo. Por isso, o foco será no percurso completo. A distância já foi mostrada no gráfico anterior, a velocidade está no gráfico a seguir e o tempo do percurso foi de 8 minutos e 48 segundos, dos quais 1 minuto e 28 segundos o carro ficou parado.

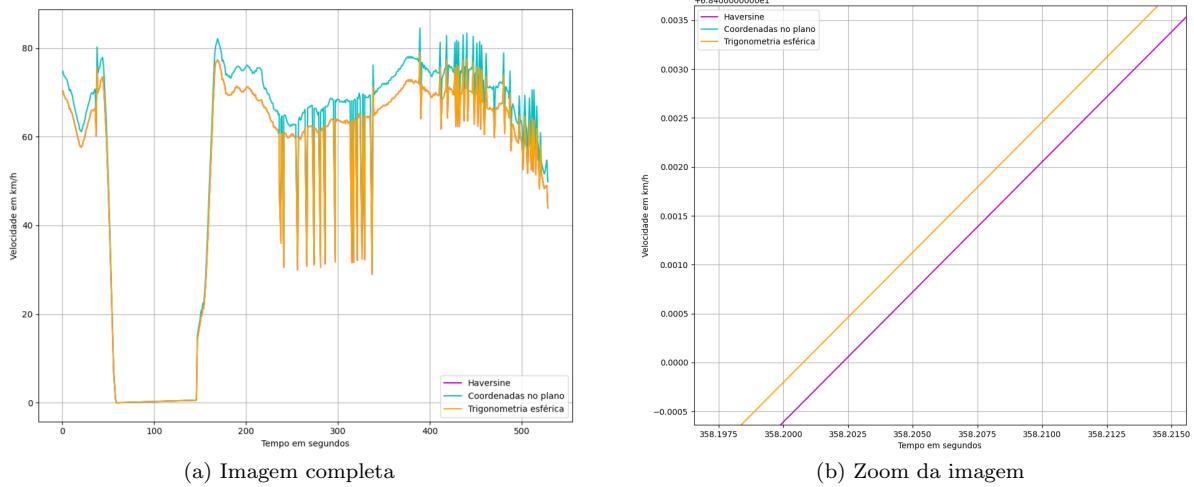


Figura 4: Gráfico da velocidade pelo tempo no percurso.

#### 2.4.2 Exterior

No trecho do exterior, a distância calculada pelo Google Maps foi 2,6 milhas, ou seja 4,18km, e, analisando os pontos fiduciais, a distância encontrada foi 4,2km. As imagens a seguir mostram as placas da rodovia registradas nas fotos.

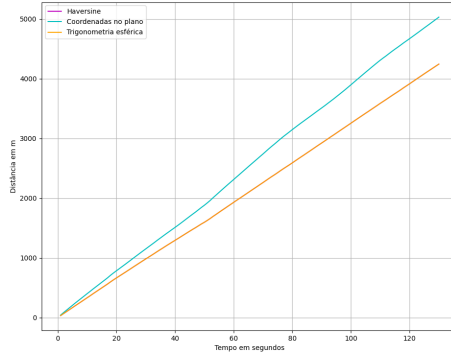


Figura 5: Imagem das placas do percurso na Inglaterra.

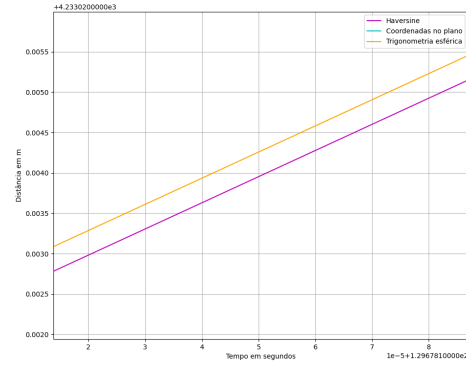
A tabela a seguir compila os resultados obtidos pelos diferentes métodos de medição:

Método	Valor calculado (em metros)
Coordenadas no plano	5029.66
Haversine	4243.45
Maps	4180
Pontos fiduciais	4200
Trigonometria esférica	4243.45

Como requisitado, o programa mede, entre cada par de pontos, a distância percorrida, o tempo, a velocidade etc, no entanto, colocar esses dados no relatório não seria tão ilustrativo. Por isso, o foco será no percurso completo. O gráfico da distância e da velocidade estão no gráfico a seguir e o tempo do percurso foi de 2 minutos e 10 segundos.

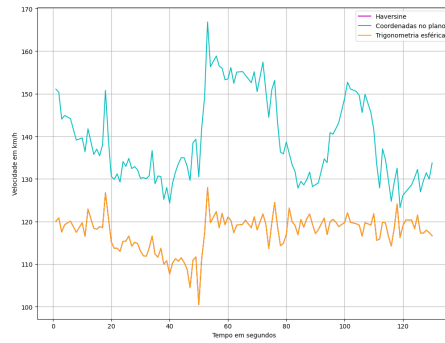


(a) Imagem completa

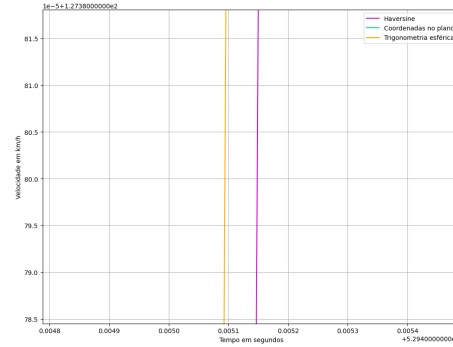


(b) Zoom da imagem

Figura 6: Gráfico da distância pelo tempo no percurso.



(a) Imagem completa



(b) Zoom da imagem

Figura 7: Gráfico da velocidade pelo tempo no percurso.

## 2.5 Discussão

Os testes foram interessantes, pois foi possível ver quais métodos são mais precisos do que outros. Experimentar no Brasil e no exterior permite a reflexão e comparação dos métodos. Tanto no caso brasileiro, quanto no inglês, é visível que o pior método é o das coordenadas no plano, já que ele simplifica muito o cálculo da distância, tratando a superfície terrestre como algo 2D.

No caso dos outros dois métodos, que de fato consideram o formato geoide da Terra, os resultados foram igualmente excelentes. Os resultados calculados pelos métodos foram quase iguais aos vistos nos pontos fiduciais e no Google Maps. Nesse sentido, fica claro que usar um dos dois métodos (Haversine e Trigonometria Esférica) produzirá resultados melhores, provavelmente em todos os casos, já que o Brasil e o Reino Unido estão em latitudes e longitudes muito diferentes, mas os resultados foram muito precisos nos dois casos.

Quanto ao gráfico da velocidade, é possível ver que o caso inglês produziu um gráfico muito mais estável. Isso ocorreu, pois no caso brasileiro, as fotos foram tiradas em períodos muito curtos, de modo que ao analisar os dados, aparecem fotos nas quais a data e o horário, incluindo os segundos, são exatamente iguais. Dessa forma, qualquer pequena variação ou erro de medição de latitude e longitude, vai gerar linhas muito íngremes de variação, pois o tempo é muito curto para o erro ser amortizado pelo tempo, como ocorreu no caso inglês.

### 3 Modelos de movimentos diversos (máximo de 4 páginas)

#### 3.1 Introdução

Inicialmente, foi necessário que o grupo escolhesse dois movimentos para modelá-los. Para este trabalho, os movimentos escolhidos foram o bloco na rampa e o movimento circular. O programa deveria ter como entrada as condições iniciais do experimento, como a massa dos objetos envolvidos, a inclinação da rampa na qual o bloco iria deslizar etc. A partir dessas informações, o programa deveria simular o deslocamento do objeto seguindo as fórmulas de física vistas em aula.

Esse tipo de experimento é importante, pois é utilizado em diversas áreas da computação, como jogos, simuladores e programas educacionais. Por fim, os resultados do simulador foram comparados com os resultados dos experimentos feitos fisicamente por alunos do Instituto de Física da USP.

#### 3.2 Objetivos

O objetivo era extrair os dados experimentais disponíveis no site do IFUSP, organizá-los, em seguida, escrever dois simuladores para os movimentos circular e bloco na rampa, executá-los com as mesmas condições descritas nos experimentos do IFUSP e comparar os resultados simulados com os resultados experimentais. É desejável que no final, os resultados simulados estejam próximos aos experimentados.

#### 3.3 Dados e métodos

Os dados obtidos pelos experimentos estão dispostos na imagem a seguir:

Experimento	Experimento 1	Experimento 2	Experimento 4	Experimento 7	Experimento 11
Bloco de Aço e na Madeira					
Detalhes do bloco	Detalhes da Rampa	Detalhes da Rampa	Detalhes da Rampa	Detalhes da Rampa	Detalhes da Rampa
Característica Valor	Altura (em cm) Comprimento (cm) $\theta$ (em graus)	Altura (em cm) Comprimento (cm) $\theta$ (em graus)	Altura (em cm) Comprimento (cm) $\theta$ (em graus)	Altura (em cm) Comprimento (cm) $\theta$ (em graus)	Altura (em cm) Comprimento (cm) $\theta$ (em graus)
Massa (kg) 0.3807	18.3 48.6 18.54	18.5 48.6 20.84	12.7 48.6 14.64	10.2 48.6 11.85	14.1 48.6 16.38
Altura (cm) 7.6					
Largura (cm) 2.79					
Comprimento (cm) 3.63					
	Resultados do experimento	Resultados do experimento	Resultados do experimento	Resultados do experimento	Resultados do experimento
	Índice Tempo Posição	Índice Tempo Posição	Índice Tempo Posição	Índice Tempo Posição	Índice Tempo Posição
	1 0.033 19.2	1 4.671 19.2	1 11.932 19.2	1 2.369 19.2	1 0.701 19.4
	2 0.067 19.2	2 4.705 19.3	2 11.945 19.3	2 2.202 19.2	2 0.734 19.4
	3 0.100 19.2	3 4.738 19.4	3 11.979 19.4	3 2.236 19.3	3 0.767 19.4
	4 0.133 19.3	4 4.771 19.7	4 12.012 19.6	4 2.269 19.4	4 0.801 19.6
	5 0.167 19.6	5 4.805 20.3	5 12.045 20.0	5 2.302 19.6	5 0.834 19.8
	6 0.200 20.0	6 4.838 20.9	6 12.079 20.3	6 2.336 19.8	6 0.868 20.2
	7 0.233 20.6	7 4.872 21.6	7 12.112 20.9	7 2.369 20.0	7 0.901 20.7
	8 0.267 21.3	8 4.905 22.8	8 12.145 21.4	8 2.402 20.3	8 0.934 21.3
	9 0.300 22.3	9 4.938 24.2	9 12.179 22.0	9 2.436 20.7	9 0.968 21.9
	10 0.333 23.3	10 4.972 25.7	10 12.212 22.7	10 2.469 21.0	10 1.001 22.8
	11 0.367 24.4		11 12.246 23.5	11 2.502 21.4	11 1.034 23.2
	12 0.400 25.7		12 12.279 24.4	12 2.536 21.9	12 1.068 24.8
	13 0.433 27.4		13 12.312 25.4	13 2.569 22.4	13 1.101 25.9
				14 2.603 22.9	
				15 2.636 23.4	
				16 2.669 24.0	
Atrito					
Coeficiente					
Frequência Valor					
2 0.17					
7 0.19					
11 0.21					
1 0.23					
11 0.191818182					
Estático					
Frequência Valor					
2 0.225					
5 0.275					
3 0.325					
1 0.375					
11 0.288638364					

Figura 8: Dados do bloco na rampa.

Explique os dados usados e os métodos desenvolvidos.

#### 3.4 Resultados experimentais

##### 3.4.1 Bloco na rampa

##### 3.4.2 Movimento circular

Apresente os resultados obtidos, Explore tabelas e gráficos ilustrativos.

#### 3.5 Discussão

Interprete os resultados e apresente uma visão crítica.



Experimento		Experimento 1			Experimento 2			Experimento 4			Experimento 7			Experimento 11		
Bloco de Apoio na Madeira		Detalhes da Rampa			Detalhes da Rampa			Detalhes da Rampa			Detalhes da Rampa			Detalhes da Rampa		
Característica		Altura (em cm)	Comprimento (cm)	Ângulo (em graus)	Altura (em cm)	Comprimento (cm)	Ângulo (em graus)	Altura (em cm)	Comprimento (cm)	Ângulo (em graus)	Altura (em cm)	Comprimento (cm)	Ângulo (em graus)	Altura (em cm)	Comprimento (cm)	Ângulo (em graus)
Massa (kg)		18,3	48,6	18,54	18,5	48,6	20,84	12,7	48,6	14,64	10,2	48,6	11,65	14,1	48,6	16,18
Resultado do experimento		Resultado do experimento			Resultado do experimento			Resultado do experimento			Resultado do experimento			Resultado do experimento		
Índice		Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição
1		1	0,033	19,2	1	4,671	19,2	1	11,952	19,2	1	2,369	19,2	1	0,701	19,4
2		2	0,067	19,2	2	4,705	19,3	2	11,945	19,3	2	2,202	19,2	2	0,734	19,4
3		3	0,100	19,2	3	4,738	19,4	3	11,979	19,4	3	2,236	19,3	3	0,767	19,4
4		4	0,133	19,3	4	4,771	19,7	4	12,012	19,6	4	2,269	19,4	4	0,801	19,6
5		5	0,167	19,6	5	4,805	20,3	5	12,045	20,0	5	2,302	19,6	5	0,834	19,8
6		6	0,200	20,0	6	4,838	20,9	6	12,079	20,3	6	2,336	19,8	6	0,868	20,2
7		7	0,233	20,6	7	4,872	21,6	7	12,112	20,9	7	2,369	20,0	7	0,901	20,7
8		8	0,267	21,3	8	4,905	22,8	8	12,145	21,4	8	2,402	20,3	8	0,934	21,3
9		9	0,300	22,3	9	4,938	24,2	9	12,179	22,0	9	2,436	20,7	9	0,968	21,9
10		10	0,333	23,3	10	4,972	25,7	10	12,212	22,7	10	2,469	21,0	10	1,001	22,8
11		11	0,367	24,4				11	12,246	23,5	11	2,502	21,4	11	1,034	23,2
12		12	0,400	25,7				12	12,279	24,4	12	2,536	21,9	12	1,068	24,8
13		13	0,433	27,4				13	12,312	25,4	13	2,569	22,4	13	1,101	25,3
Resultado do experimento		Resultado do experimento			Resultado do experimento			Resultado do experimento			Resultado do experimento			Resultado do experimento		
Índice		Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição	Índice	Tempo	Posição
14		14	0,467	28,4				14	12,345	26,4	14	2,602	22,9	14	1,134	26,3
15		15	0,500	29,4				15	12,379	27,4	15	2,636	23,4	15	1,168	27,3
16		16	0,533	30,4				16	12,412	28,4	16	2,669	24,0	16	1,201	28,3

Figura 9: Dados do movimento circular.

## 4 Aplicação (máximo de 4 páginas)

### 4.1 Introdução

Apresente uma introdução ao trabalho desenvolvido, fornecendo o contexto e a motivação.

### 4.2 Objetivos

Apresente o objetivo dessa parte do trabalho. Seja **objetivo e claro**.

### 4.3 Dados e métodos

Explique os dados usados e os métodos desenvolvidos.

### 4.4 Resultados experimentais

Apresente os resultados obtidos, Explore tabelas e gráficos ilustrativos.

### 4.5 Discussão

Interprete os resultados e apresente uma visão crítica.