

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

July 4, 2022

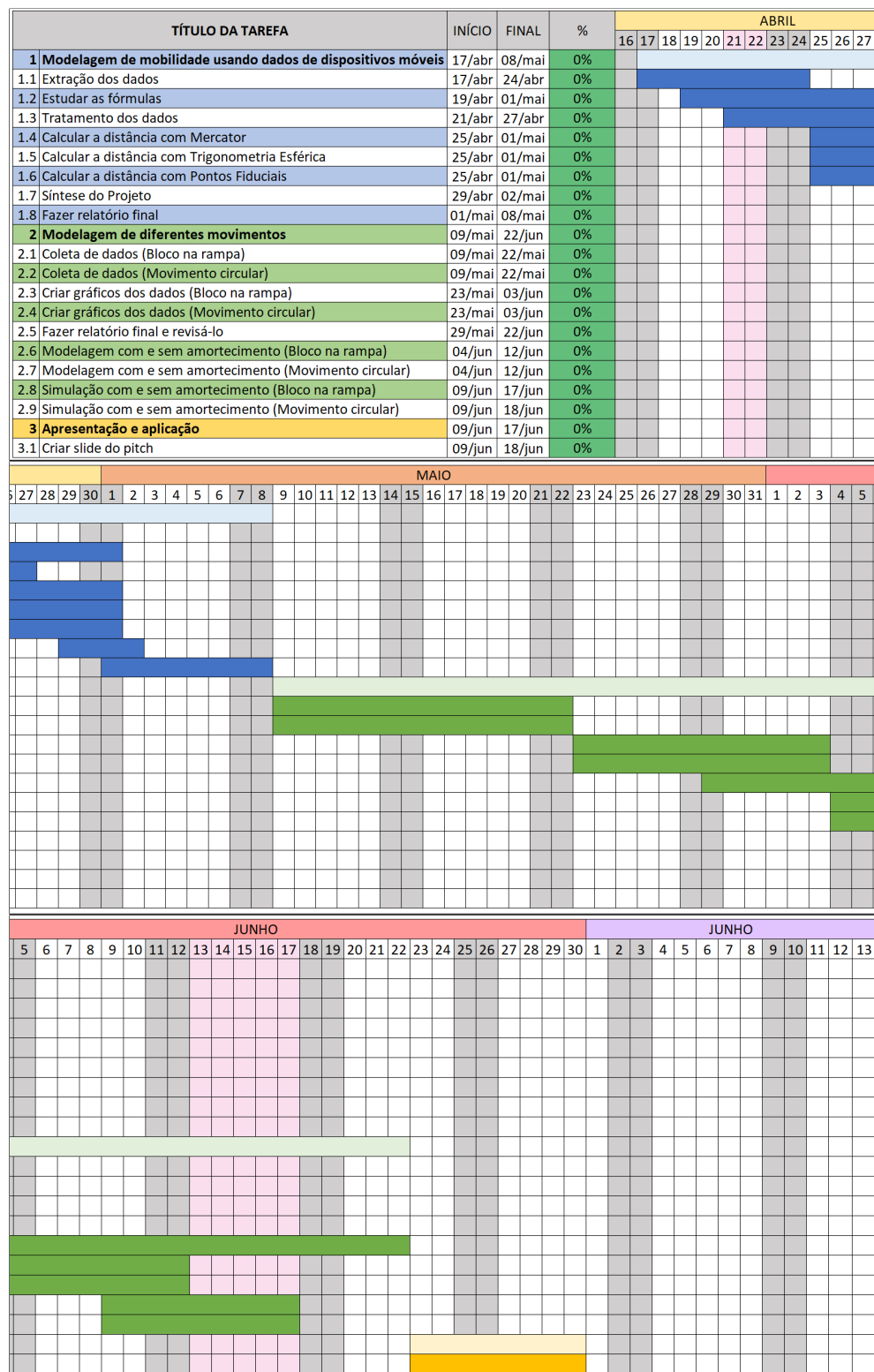
Abstract

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.

Contents

1	Cronograma	3
1.1	Gantt Chart	3
2	Kartaview	4
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
3	Modelos de movimentos diversos (máximo de 4 páginas)	8
3.1	Introdução	8
3.2	Objetivos	8
3.3	Dados e métodos	8
3.3.1	Bloco na rampa	8
3.3.2	Movimento circular	8
3.4	Resultados experimentais	9
3.4.1	Bloco na rampa	9
3.4.2	Movimento circular	10
3.5	Discussão	10
3.5.1	Bloco na rampa	10
3.5.2	Movimento circular	10
4	Aplicação (máximo de 4 páginas)	11
4.1	Introdução	11
4.2	Objetivos	11
4.3	Dados e métodos	11
4.4	Resultados experimentais	11
4.5	Discussão	11

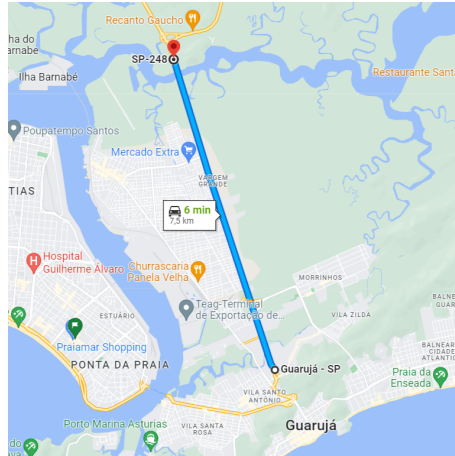
1.1 Gantt Chart



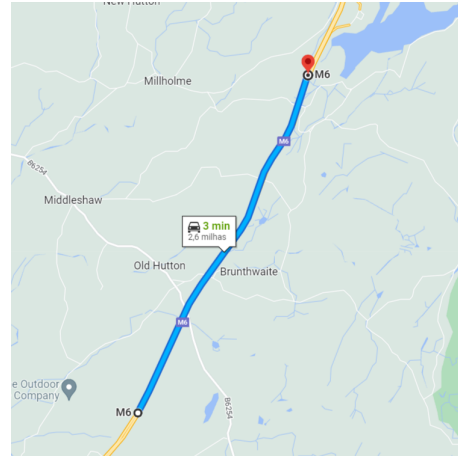
2 Kartaview

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

Figure 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.



Figure 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:

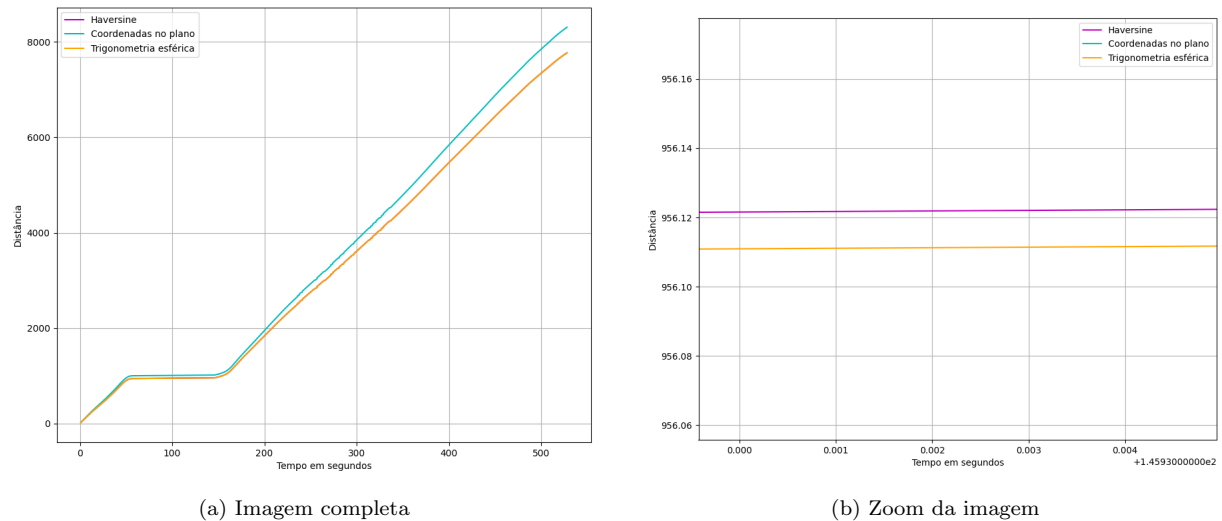


Figure 3: Gráfico da distância pelo tempo.

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.

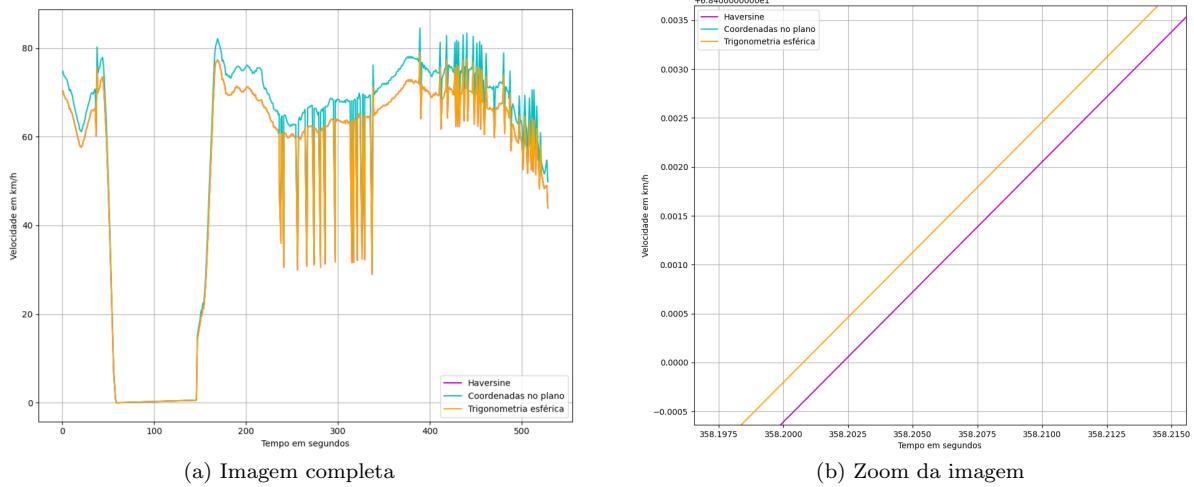


Figure 4: Gráfico da velocidade pelo tempo no percurso.

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.

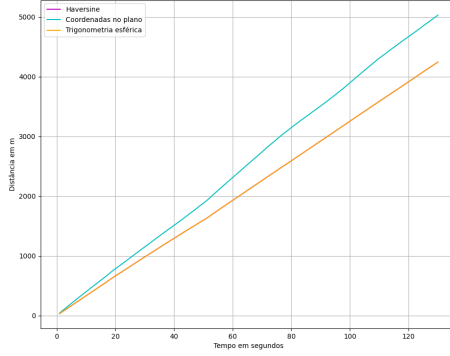


Figure 5: Imagem das placas do percurso na Inglaterra.

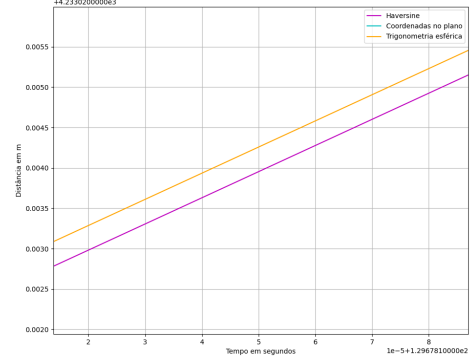
A tabela a seguir compila os resultados obtidos pelos diferentes métodos de medição:

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.

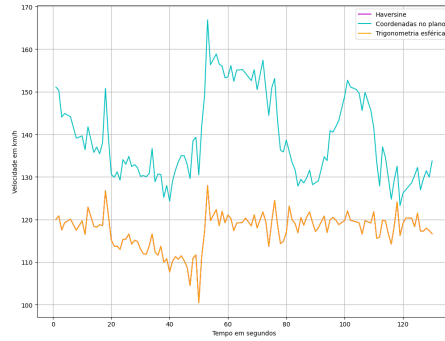


(a) Imagem completa

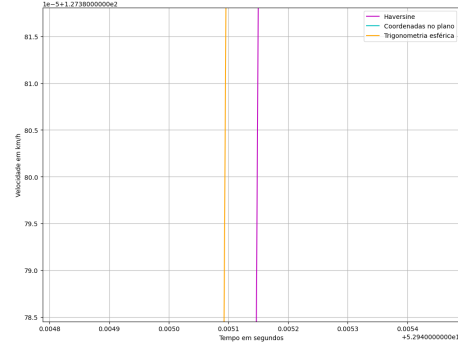


(b) Zoom da imagem

Figure 6: Gráfico da distância pelo tempo no percurso.



(a) Imagem completa



(b) Zoom da imagem

Figure 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.

Detalhes:		
Graus medidos pela bordinha (parte de trás) da bola vermelha		
A aceleração calculada foi a centrípeta		
Unidades de medida	Tempo (t)	seg (s)
	Ângulo (teta)	graus (°)
	Velocidade Angular (w)	rad/s
	Velocidade Escalar (v)	m/s
	Aceleração Centrípeta (a)	m/s ²

Experimento 2					
i	t i	teta_e(t i)	w_e(t i)	v_e(t i)	a_e(t i)
0	0.0021	-2.0	17.453	2.531	44.170
1	0.0271	23.0	17.453	2.531	44.170
2	0.0521	48.0	16.755	2.429	40.707
3	0.0771	72.0	13.963	2.025	28.268
4	0.1021	92.0	12.915	1.873	24.187
5	0.1271	110.5	11.868	1.721	20.424
6	0.1521	127.5	10.472	1.518	15.901
7	0.1771	142.5	9.425	1.367	12.880
8	0.2021	156.0	9.774	1.417	13.852
9	0.2271	170.0	9.076	1.316	11.943
10	0.2521	183.0	10.472	1.518	15.901
11	0.2771	198.0	10.123	1.468	14.859
12	0.3021	212.5	11.519	1.670	19.240
13	0.3271	229.0	13.265	1.923	25.512
14	0.3521	248.0	14.661	2.126	31.166
15	0.3771	269.0	15.359	2.227	34.205
16	0.4021	291.0	16.057	2.328	37.385
17	0.4271	314.0	16.057	2.328	37.385
18	0.4521	337.0	-	-	-

Experimento 3					
i	t i	teta_e(t i)	w_e(t i)	v_e(t i)	a_e(t i)
0	0.0042	1.5	17.104	2.480	42.420
1	0.0292	26.0	17.453	2.531	44.170
2	0.0542	51.0	15.910	2.176	32.668
3	0.0792	72.5	14.312	2.075	29.700
4	0.1042	93.0	13.963	2.025	28.268
5	0.1292	113.0	10.472	1.518	15.901
6	0.1542	128.0	10.472	1.518	15.901
7	0.1792	143.0	10.123	1.468	14.859
8	0.2042	157.5	9.425	1.367	12.880
9	0.2292	171.0	9.425	1.367	12.880
10	0.2542	184.5	9.425	1.367	12.880
11	0.2792	198.0	10.472	1.518	15.901
12	0.3042	213.0	11.868	1.721	20.424
13	0.3292	230.0	13.963	2.025	28.268
14	0.3542	250.0	13.963	2.025	28.268
15	0.3792	270.0	16.057	2.328	37.385
16	0.4042	293.0	23.038	3.341	76.961
17	0.4292	326.0	9.774	1.417	13.852
18	0.4542	340.0	-	-	-

Experimento 5					
i	t i	teta_e(t i)	w_e(t i)	v_e(t i)	a_e(t i)
0	0.0083	6.0	17.453	2.531	44.170
1	0.0333	31.0	16.755	2.429	40.707
2	0.0583	55.0	15.359	2.227	34.205
3	0.0833	77.0	13.963	2.025	28.268
4	0.1083	97.0	12.566	1.822	22.897
5	0.1333	115.0	11.170	1.620	18.092
6	0.1583	131.0	10.472	1.518	15.901
7	0.1833	146.0	9.774	1.417	13.852
8	0.2083	169.0	9.076	1.316	11.943
9	0.2333	173.0	10.123	1.468	14.859
10	0.2583	187.5	9.425	1.367	12.880
11	0.2833	201.0	11.170	1.620	18.092
12	0.3083	217.0	11.868	1.721	20.424
13	0.3333	234.0	13.265	1.923	25.512
14	0.3583	253.0	14.661	2.126	31.166
15	0.3833	274.0	15.359	2.227	34.205
16	0.4083	296.0	16.755	2.429	40.707
17	0.4333	320.0	16.755	2.429	40.707
18	0.4583	344.0	-	-	-

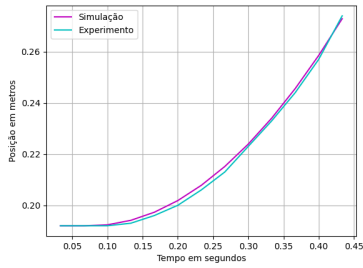
Experimento 7					
i	t i	teta_e(t i)	w_e(t i)	v_e(t i)	a_e(t i)
0	0.0125	10.0	17.802	2.581	45.954
1	0.0375	35.5	16.057	2.328	37.385
2	0.0625	58.5	15.359	2.227	34.205
3	0.0875	80.5	13.614	1.974	26.873
4	0.1125	100.0	12.566	1.822	22.897
5	0.1375	118.0	10.821	1.569	16.979
6	0.1625	133.5	10.123	1.468	14.859
7	0.1875	148.0	9.774	1.417	13.852
8	0.2125	162.0	9.425	1.367	12.880
9	0.2375	175.5	9.425	1.367	12.880
10	0.2625	189.0	10.472	1.518	15.901
11	0.2875	204.0	11.170	1.620	18.092
12	0.3125	220.0	11.868	1.721	20.424
13	0.3375	237.0	13.265	1.923	25.512
14	0.3625	256.0	15.359	2.227	34.205
15	0.3875	278.0	15.359	2.227	34.205
16	0.4125	300.0	16.755	2.429	40.707
17	0.4375	324.0	16.755	2.429	40.707
18	0.4625	348.0	-	-	-

Experimento 11					
i	t i	teta_e(t i)	w_e(t i)	v_e(t i)	a_e(t i)
0	0.0208	18.0	17.802	2.581	45.954
1	0.0458	43.5	15.359	2.227	34.205
2	0.0708	65.5	14.661	2.126	31.166
3	0.0958	86.5	14.312	2.075	29.700
4	0.1208	107.0	12.915	1.873	24.187
5	0.1458	125.5	9.425	1.367	12.880
6	0.1708	139.0	9.774	1.417	13.852
7	0.1958	153.0	9.774	1.417	13.852
8	0.2208	167.0	9.076	1.316	11.943
9	0.2458	180.0	9.774	1.417	13.852
10	0.2708	194.0	10.472	1.518	15.901
11	0.2958	209.0	11.170	1.620	18.092
12	0.3208	225.0	13.265	1.923	25.512
13	0.3458	244.0	13.963	2.025	28.268
14	0.3708	264.0	14.661	2.126	31.166
15	0.3958	285.0	16.057	2.328	37.385
16	0.4208	308.0	17.104	2.480	42.420
17	0.4458	332.5	16.406	2.379	39.028
18	0.4708	356.0	-	-	-

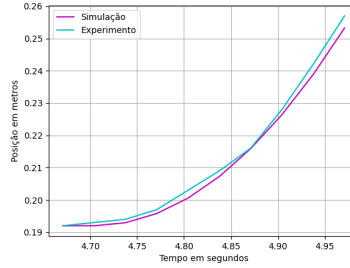
Figure 9: Dados do movimento circular.

3.4 Resultados experimentais

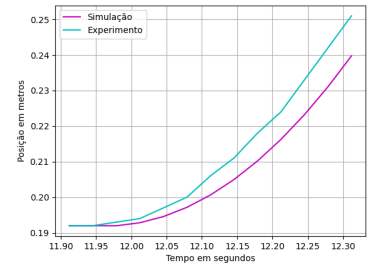
3.4.1 Bloco na rampa



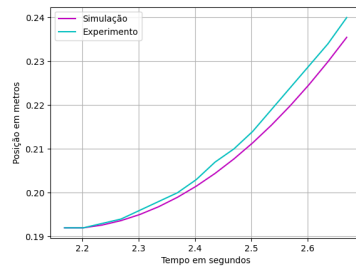
(a) Experimento 1



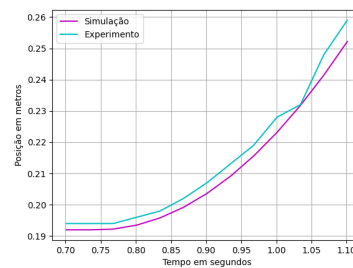
(b) Experimento 2



(c) Experimento 4



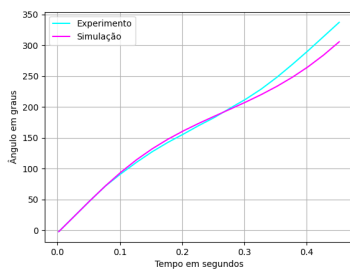
(d) Experimento 8



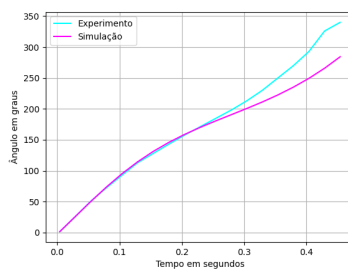
(e) Experimento 11

Figure 10: Comparação entre a simulação e os dados experimentais.

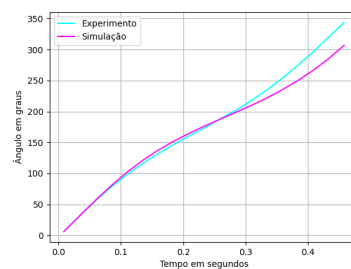
3.4.2 Movimento circular



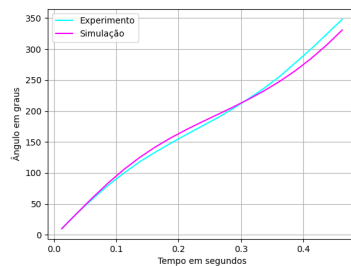
(a) Experimento 2



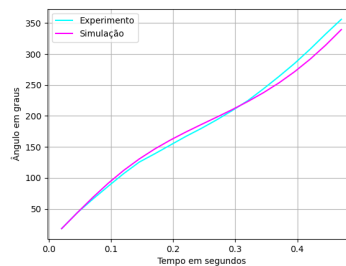
(b) Experimento 3



(c) Experimento 5



(d) Experimento 7



(e) Experimento 11

Figure 11: Comparação entre a simulação e os dados experimentais.

3.5 Discussão

3.5.1 Bloco na rampa

3.5.2 Movimento circular

No no

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.