

Instituto Federal do Paraná
2016

Instituto Federal do Paraná

Curso de Licenciatura em Física.



MRU com trilho de ar

Ano:2016.

Segundo período.

Professor: Vasco Neves

Dia da semana e horário de aula: Quinta 13:20 as 15:20.

Instituto Federal do Paraná
2016

IFPR-Campus Foz do Iguaçu-Avenida Araucaria,780,Bairro Vila A 85860-000-Foz do Iguaçu-PR-
Brasil.

MRU com trilho de ar

Acadêmicos: André Silva.
Lucas Vergara.
Mauricio Wander Streit
Nick Gattelli.
Paulo Yuhanna El Saad.
Wilian Bueno.

Sumário

1.Objetivo e Introdução teórica.....	4
2.Matérias.....	5
3.Procedimentos.....	7
4.Resultados e Discussões – Velocidade Média.....	8
5.Desenvolvimento Matemático.....	10
6. Desenvolvimento.....	11
7.Analise e discussão – Consumo de Energia.....	20
8.Desenvolvimento Matemático.....	24
9.Conclusão.....	26
10.ANEXOS.....	28
11.Referencias.....	29

Índice de tabelas

Tabela 1 Velocidade Média.....	7
Tabela 2 Consumo de Energia.....	18

1. Objetivo e Introdução teórica.

O trabalho consiste em se utilizar de equipamento para identificar aspectos da velocidade média de um objeto em uma rampa reta. Com as medidas que obtemos por medição, calculamos a velocidade média graficamente e algebricamente.

A velocidade indica o quão rápido um objeto se desloca em um intervalo de tempo médio e é dada pela seguinte razão:

$$V_m = \frac{\Delta s}{\Delta t}$$

A energia cinética é a forma de energia que um corpo possui ela é dada pela seguinte razão:

$$E = \frac{1}{2} m v^2$$

Movimento retilíneo uniforme é descrito como movimento de um móvel em relação a um referencial, movimento este ao longo de uma reta uniforme, ou seja, com a velocidade constante, no experimento executado isso foi feito em um trilho de ar para eliminar um pouco do atrito do carro em relação a pista, o trilho expele ar para que o carro fique suspenso, a ideia de eliminar o atrito do carro é para que os dados do experimento forneçam uma velocidade constante independente da distância percorrida por ele no trilho. Em um movimento Retilíneo uniforme temos a Energia cinética constante.

2. Matérias

.Trilho de ar com sensores, carro e impulsor eletromagnético.

.Multicronometro.

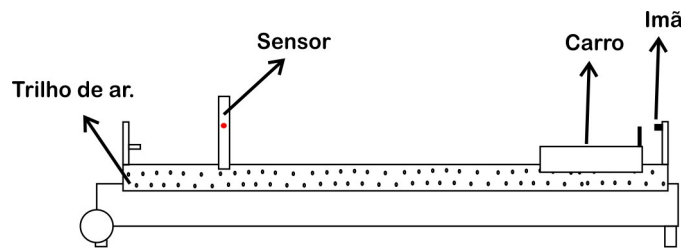


Figura 1 - Esquema

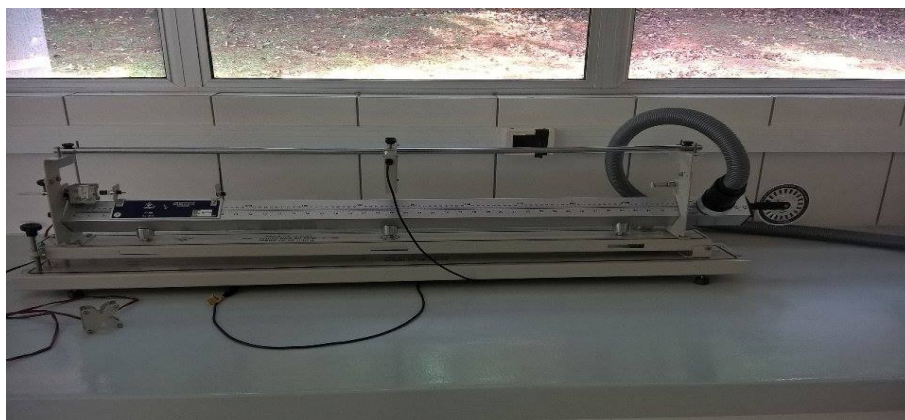


Figura 1 Trilho de Ar, Carrinho, sensor e Imã(Impulsor eletromagnético)



Figura 2 Multicronometro

3. Procedimentos

Com o trilho de ar e um carro que percorre o trajeto do trilho, foi posicionado 10 vezes sobre o trilho um sensor em distâncias diferentes. Em cada medida em que o sensor estava, as medidas de tempo foram anotadas 3 vezes, totalizando de 30 medidas para tempo, com estas medições anotadas, foi calculado a média das 3 medições anotadas, assim, foi possível obter o erro das medições de tempo.

O multicronometro é o sensor que está acoplado ao trilho de ar e ele capta o tempo quando é acionado na ida e na volta.

Partindo desta primeira parte de medições, calculamos a velocidade para cada distancia (10) é partindo do gráfico destas medições, conseguimos a velocidade média. Como temos um movimento retilíneo uniforme, temos uma velocidade constante para as diferentes medidas de distâncias.

A segunda parte do experimento foi posicionar o sensor a uma distância fixa, e deixar com que o carrinho passa-se pelo sensor 10 vezes.

O multicronometro identificaria as 10 passagens do carro sem ele parar, o carro percorreu o trilho na ida e na volta sobre o mesmo ponto. Com as medidas obtidas, foram analisados as medições para cada uma das 10 passagens, visto o que aconteceu com a velocidade, foi calculado sua energia cinética.

O trilho de ar é utilizado pois o ar expelido pelo aparelho diminui o atrito do carro sobre o trilho.

Para calcular os erros dos cálculos da velocidade media, usamos da fórmula Propagando os erros:

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \Delta x_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \Delta x_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \Delta x_n^2.}$$

4. Resultados e Discussões – Velocidade Média

Distancia (Metros (+/- 0,005 metros))	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Medida 1(Tempo) (Segundos (+/-0,00001))	0,233	0,35	0,47685	0,5944	0,71495
Medida 2 (Tempo)	0,2317	0,36185	0,4792	0,5891	0,7166
Medida 3(Tempo)	0,23475	0,3465	0,478	0,58695	0,7087
Media dos tempos	0,23315	0,3527833333	0,4780166667	0,59015	0,7134166667
Desvio Padrão(seg)	0,0015305228	0,0080446152	0,0011750886	0,0038343839	0,0041672333
Velocidade (Metros/Segundos)	0,4289084281	0,4251901545	0,4183954534	0,4236211133	0,4205116225
Erro Propagado para Velocidade (M/S)	0,0216294621	0,0171721057	0,0105103323	0,0089082893	0,0074264994
Distancia (Metros (+/- 0,005 metros))	35	0,4	0,45	0,5	0,55
Medida 1(Tempo) (Segundos (+/-0,00001))	0,838	0,9471	1,0808	1,19525	1,3151
Medida 2 (Tempo)	0,8366	0,94855	1,07685	1,19005	1,32135
Medida 3(Tempo)	0,8334	0,9471	1,08645	1,20295	1,3178
Media	0,836	0,9475833333	1,0813666667	1,1960833333	1,3180833333
Desvio Padrão(seg)	0,0023579652	0,0008371579	0,0048250216	0,0064902491	0,0031346185
Velocidade	0,418660287	0,4221264621	0,4161400697	0,4180310736	0,4172725548
Erro Propagado para Velocidade (M/S)	0,0060963182	0,0052767126	0,0049825742	0,0047560879	0,0039210366

Tabela 1 Velocidade Média

Para os calculo de Exatidão foi usado do valor obtido da derivada da equação da reta(Função posição) que nos deu um valor constante.

A tabela a seguir é referente a primeira parte do experimento, como mencionado no título da seção, Velocidade média.

Obtemos pela máquina a equação da reta sendo: $Y=0,4149627835 X + 0,003543546753$ e $R=0,9999454839$.

Derivando a equação da reta

$$\frac{DY}{DX} = 0,4149627835 \frac{D(X)}{DX} + \frac{D(0,003543546753)}{DX}$$

$$\frac{DY}{DX} = 0,4149627835 \times 1 + 0$$

$$\frac{DY}{DX} = 0,4149627835$$

Depois de derivarmos a equação que obtemos para a reta, temos a velocidade sendo igual a 0,4149627835 (Valor de B).

Para os cálculos da Exatidão, precisão e velocidade foram usadas as seguintes fórmulas:

$$\text{Exatidão: } \frac{\text{Valor Experimental} - \text{Valor de Referência}}{\text{Desvio Padrão}}$$

$$\text{Precisão: } \frac{\text{Desvio padrão}}{\text{Média}}$$

$$\text{Velocidade: } \frac{\text{Distância}}{\text{Tempo}}$$

As comparações, apresentadas na Tabela-1, todas as medidas foram precisas. Algumas das medidas não foram exatas, apresentando um erro sistemático, não identificado.

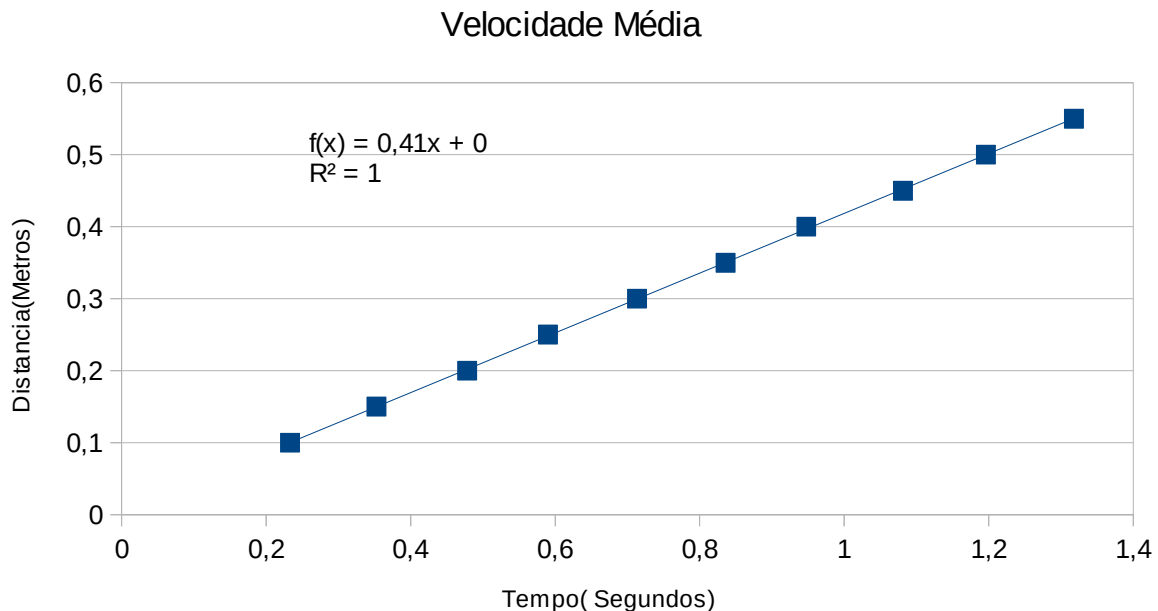


Figura 1 Gráfico -Velocidade Média

Após a análise de dados, se nota que temos uma velocidade constante para as 10 medidas, o que apresenta que em um ambiente sem atrito a velocidade se manteria infinitamente constante, como o ambiente que usamos tinha atrito com o ar e com o próprio trilho de ar (mesmo que pouco atrito) temos uma perda de velocidade.

Ficou claro que a reta tangente a todos os pontos do gráfico representa a Velocidade, evidenciando que a derivada da função posição tem como resultado, sempre, a função velocidade.

Como esperado, temos que a aceleração para o movimento retilíneo uniforme aqui identificado, é igual a 0.

5. Desenvolvimento Matemático.

Para o cálculo do erro da velocidade, usamos o erro propagado das medidas de distância e tempo.

Segue desenvolvimento de como chegamos a fórmula de propagação de erros.

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \Delta x_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \Delta x_2^2 + \dots + \left(\frac{\partial f}{\partial x_n}\right)^2 \Delta x_n^2}. \text{ Propagação de erros}$$

Aplicando na fórmula($Velocidade\ Média = \frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo}$) de cálculo da Velocidade média.

Temos:

$$x_1 = \Delta Distancia \quad x_2 = \Delta Tempo \quad f = \frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo}$$

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{\partial f}{\partial x_1}\right)^2 \Delta x_1^2 + \left(\frac{\partial f}{\partial x_2}\right)^2 \Delta x_2^2}$$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} = \frac{1}{\Delta Tempo} \frac{d(\Delta Distancia)}{Dx_1}\right) \quad \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} = \frac{1}{\Delta Tempo}\right)$$

$$\left(\frac{\partial f}{\partial x_1} = \Delta Distancia \frac{d(\Delta Tempo^{-1})}{Dx_2}\right) \quad \left(\frac{\partial f}{\partial x_2} = -\frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo^2}\right)$$

Temos que a fórmula para a propagação do erro da distância e tempo para a velocidade média é:

$$\Delta f = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta Tempo}\right)^2 \times Erro\ Distancia^2 + \left(-\frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo^2}\right)^2 \times Erro\ Tempo^2}$$

Para o erro da distância foi usado o Erro analógico. Que é 0,005 metros.

Já para as medidas de tempo, temos que o erro é desvio padrão encontrado depois da análise dos três tempos anotados pelo multicronometro.

6. Desenvolvimento

Distancia = 0,1 metros.

Desvio Padrão Tempo = 0,0015305228

Tempo médio = 0,23315 segundos.

$$V = \frac{0,1}{0,23315} = 0,4289084281 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro Tempo}^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{0,23315}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,1}{0,23315^2}\right)^2 \times 0,0015305228^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{0,0004599060991 + 0,000007927530618}$$

$$\text{Erro } V = 0,02162946208 \text{ m/s}$$

Aqui temos que o erro dominante é o da distância, temos este erro como dominante pelo multicronometro ser melhor para as medições anotadas. Lembro que para a distância foi usada da trena, e da própria régua disponível no trilho de ar.

Precisão:

$$\text{Precisão} = \frac{\text{Erro } V}{V_{\text{media}}}$$

$$\text{Precisão} = \frac{0,02162946208}{0,4289084281}$$

$$\text{Precisão} = 0,05042909083$$

$$\text{Precisão} = 5 \%$$

Exatidão:

$$\text{Exatidão} = \frac{\text{Valor exp} - \text{Valor Ref}}{\text{Erro } V}$$

$$\text{Exatidão} = \frac{0,4289084281 - 0,4149627835}{0,02162946208}$$

$$\text{Exatidão} = 0,6447522619$$

Distancia = 0,15 metros.

Desvio Padrão Tempo = 0,0080446152

Tempo médio = 0,3527833333 segundos

$$V = \frac{0,15}{0,352783333} = 0,4251901545 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro } \text{Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro } \text{Tempo}^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{0,352783333}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,15}{0,352783333^2}\right)^2 \times 0,0080446152^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{0,0002008740753 + 0,00009400713833}$$

$$\text{Erro } V = 0,01717210568 \text{ m/s}$$

Como esperado, o erro dominante é o da medida de distância.

Precisão:

$$\text{Precisão} = \frac{\text{Erro } V}{V_{\text{media}}}$$

$$\text{Precisão} = \frac{0,01717210568}{0,4251901545}$$

$$\text{Precisão} = 0,04038688455$$

$$\text{Precisão} = 4 \%$$

Exatidão:

$$\text{Exatidão} = \frac{\text{Valor exp} - \text{Valor Ref}}{\text{Erro } V}$$

$$\text{Exatidão} = \frac{0,4251901545 - 0,4149627835}{0,01717210568}$$

$$\text{Exatidão} = 0,5955804833$$

Distancia=0,2 metros

Desvio Padrão Tempo=0,0011750886

Tempo médio= 0,4780166667 segundos

$$V = \frac{0,2}{0,4780166667} = 0,418395453 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro } \text{Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro } \text{Tempo}^2}$$

Instituto Federal do Paraná
2016

$$Erro V = \sqrt{\left(\frac{1}{0,478016667}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,2}{0,478016667}\right)^2 \times 0,0011750886^2}$$

$$Erro V = \sqrt{0,000109409222 + 0,0000057862104}$$

$$Erro V = 0,01051033225 \text{ m/s}$$

O erro dominante é o da distância.

Precisão:

$$Precisão = \frac{Erro V}{V_{media}}$$

$$Precisão = \frac{0,01051033225}{0,418395453}$$

$$Precisão = 0,02512056996$$

$$Precisão = 2,5 \%$$

Exatidão:

$$Exatidão = \frac{Valor \text{ exp} - Valor Ref}{Erro V}$$

$$Exatidão = \frac{0,418395453 - 0,4149627835}{0,01051033225}$$

$$Exatidão = 0,3265995231$$

Distancia=0,25metros .

Desvio Padrão Tempo=0,0038343839.

Tempo médio=0,59015 segundos.

$$V = \frac{0,25}{0,59015} = 0,4236211133 \text{ m/s}$$

$$Erro V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta Tempo}\right)^2 \times Erro Distancia^2 + \left(-\frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo^2}\right)^2 \times Erro Tempo^2}$$

$$Erro V = \sqrt{\left(\frac{1}{0,59015}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,25}{0,59015^2}\right)^2 \times 0,0038343839^2}$$

$$Erro V = \sqrt{0,00007178193905 + 0,000007575678863}$$

$$Erro V = 0,008908289281 \text{ m/s}$$

O erro dominante, como o esperado, é o erro da distância.

Precisão:

$$Precisão = \frac{ErroV}{V_{media}}$$

$$Precisão = \frac{0,008908289281}{0,4236211133}$$

$$Precisão = 0,02102890768$$

$$Precisão = 2 \%$$

Exatidão:

$$Exatidão = \frac{Valor\ exp - ValorRef}{ErroV}$$

$$Exatidão = \frac{0,4236211133 - 0,4149627835}{0,008908289281}$$

$$Exatidão = 0,9719407988$$

Distancia=0,3 metros.

Desvio Padrão Tempo=0,0041672333

Tempo médio=0,7134166667 segundos.

$$V = \frac{0,3}{0,7134166667} = 0,4205116225 \text{ m/s}$$

$$ErroV = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta Tempo}\right)^2 \times Erro\ Distancia^2 + \left(-\frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo^2}\right)^2 \times Erro\ Tempo^2}$$

$$ErroV = \sqrt{\left(\frac{1}{0,7134166667}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,3}{0,7134166667^2}\right)^2 \times 0,0041672333^2}$$

$$ErroV = \sqrt{0,00004911945124 + 0,000006033441891}$$

$$ErroV = 0,007426499386 \text{ m/s}$$

Temos aqui, como esperado, que o erro dominante é o da medida de distância.

Precisão:

$$Precisão = \frac{ErroV}{V_{media}}$$

$$Precisão = \frac{0,007426499386}{0,420511225}$$

$$Precisão = 0,1766064482$$

$$Precisão = 1,8 \%$$

Exatidão:

Instituto Federal do Paraná
2016

$$Exatidão = \frac{Valor\ exp - ValorRef}{ErroV}$$

$$Exatidão = \frac{0,420511225 - 0,4149627835}{0,007426499386}$$

$$Exatidão = 0,7471139781$$

Distancia = 0,35 metros

Desvio Padrão Tempo = 0,0023579652

Tempo médio = 0,836 segundos

$$V = \frac{0,35}{0,836} = 0,41866287\ m/s$$

$$ErroV = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta Tempo}\right)^2 \times Erro\ Distancia^2 + \left(-\frac{\Delta Distancia}{\Delta Tempo^2}\right)^2 \times Erro\ Tempo^2}$$

$$ErroV = \sqrt{\left(\frac{1}{0,836}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,35}{0,836^2}\right)^2 \times 0,0023579652^2}$$

$$ErroV = \sqrt{0,00003577070122 + 0,000001394394822}$$

$$ErroV = 0,006096318237\ m/s$$

Erro dominante é o da medida da distância.

Precisão:

$$Precisão = \frac{ErroV}{Vmedia}$$

$$Precisão = \frac{0,006096318237}{0,41866287}$$

$$Precisão = 0,01456140172$$

$$Precisão = 1,45\ \%$$

Exatidão:

$$Exatidão = \frac{Valor\ exp - ValorRef}{ErroV}$$

$$Exatidão = \frac{0,41866287 - 0,4149627835}{0,006096318237}$$

$$Exatidão = 0,6069378855$$

Distancia = 0,4 metros

Desvio Padrão Tempo = 0,00008371579

Instituto Federal do Paraná
2016

Tempo médio=0,9475833333 segundos

$$V = \frac{0,4}{0,9475833333} = 0,4221264621 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro Tempo}^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{0,9475833333}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,4}{0,9475833333^2}\right)^2 \times 0,00008371579^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{0,0000278423047 + 0,000000001390801302}$$

$$\text{Erro } V = 0,005276712566 \text{ m/s}$$

Erro dominante é o da distância.

Precisão:

$$\text{Precisão} = \frac{\text{Erro } V}{V_{\text{media}}}$$

$$\text{Precisão} = \frac{0,005276712566}{0,4221264621}$$

$$\text{Precisão} = 0,0125003122$$

$$\text{Precisão} = 1,25 \%$$

Exatidão:

$$\text{Exatidão} = \frac{\text{Valor exp} - \text{Valor Ref}}{\text{Erro } V}$$

$$\text{Exatidão} = \frac{0,4221264621 - 0,4149627835}{0,005276712566}$$

$$\text{Exatidão} = 1,357602581$$

Distancia=0.45 metros

Desvio Padrão Tempo=0,0048250216

Tempos médio=1,0813666667 segundos

$$V = \frac{0,45}{1,0813666667} = 0,4161400697 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro Tempo}^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{1,0813666667}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,45}{1,0813666667^2}\right)^2 \times 0,0048250216^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{0,00002137932808 + 0,000003447717219}$$

Instituto Federal do Paraná
2016

$$\text{Erro } V = 0,004982574164 \text{ m/s}$$

Como esperado.. o Erro dominante é o da distancia.

Precisão:

$$\text{Precisão} = \frac{\text{Erro } V}{V_{\text{media}}}$$

$$\text{Precisão} = \frac{0,004982574164}{0,4161400697}$$

$$\text{Precisão} = 0,01197331025$$

$$\text{Precisão} = 1,2 \%$$

Exatidão:

$$\text{Exatidão} = \frac{\text{Valor exp} - \text{Valor Ref}}{\text{Erro } V}$$

$$\text{Exatidão} = \frac{0,4161400697 - 0,4149627835}{0,004982574164}$$

$$\text{Exatidão} = 0,23628071788$$

Distancia=0,5 metros

Desvio Padrão Tempo=0,0064902491

Tempo médio =1,1960833333 segundos

$$V = \frac{0,5}{1,1960833333} = 0,4180310736 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro Tempo}^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{\left(\frac{1}{1,1960833333}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,5}{1,1960833333^2}\right)^2 \times 0,0064902491^2}$$

$$\text{Erro } V = \sqrt{0,00001747499786 + 0,000005145374445}$$

$$\text{Erro } V = 0,00475608792 \text{ m/s}$$

Erro da distância é o dominante.

Precisão:

$$\text{Precisão} = \frac{\text{Erro } V}{V_{\text{media}}}$$

$$\text{Precisão} = \frac{0,00475608792}{0,4180310736}$$

Instituto Federal do Paraná
2016

$$\text{Precisão}=0,01137735499$$

$$\text{Precisão}=1,1 \%$$

Exatidão:

$$\text{Exatidão}=\frac{\text{Valor exp}-\text{ValorRef}}{\text{ErroV}}$$

$$\text{Exatidão}=\frac{0,4180310736-0,4149627835}{0,00475608792}$$

$$\text{Exatidão}=0,6451289698$$

Distancia=0,55 metros

Desvio Padrão=0,0031346185

Tempo médio=1,3180833333 segundos

$$V=\frac{0,55}{1,3180833333}=0,4172725548 \text{ m/s}$$

$$\text{Erro V}=\sqrt{\left(\frac{1}{\Delta \text{Tempo}}\right)^2 \times \text{Erro Distancia}^2 + \left(-\frac{\Delta \text{Distancia}}{\Delta \text{Tempo}^2}\right)^2 \times \text{Erro Tempo}^2}$$

$$\text{Erro V}=\sqrt{\left(\frac{1}{1,3180833333}\right)^2 \times 0,005^2 + \left(-\frac{0,55}{1,3180833333^2}\right)^2 \times 0,0031346185^2}$$

$$\text{Erro V}=\sqrt{0,00001438978389+0,0000000984743878}$$

$$\text{Erro V}=0,003921036568 \text{ m/s}$$

Erro da distância é o dominante.

Precisão:

$$\text{Precisão}=\frac{\text{ErroV}}{V\text{media}}$$

$$\text{Precisão}=\frac{0,003921036568}{0,4172725548}$$

$$\text{Precisão}=0,009396823546$$

$$\text{Precisão}=0,9 \%$$

Exatidão:

$$\text{Exatidão}=\frac{\text{Valor exp}-\text{ValorRef}}{\text{ErroV}}$$

$$\text{Exatidão}=\frac{0,4172725548-0,4149627835}{0,003921036568}$$

$$\text{Exatidão}=0,589076039$$

7. Análise e discussão – Consumo de Energia

A partir da tabela a seguir será analisado como a energia se comporta diante do movimento retilíneo e uniforme em 10 medições constantes (sem parada).

T2-T1	Distancia percorrida	Velocidade media	Massa	Energia cinetica
3,23905	1,12	0,3457803986	0,203	0,0350967105
1,59015	0,54	0,3395906047	0,203	0,0344684464
3,96775	1,12	0,282275849	0,203	0,0286509987
1,82825	0,54	0,2953644195	0,203	0,0299794886
4,8638	1,12	0,2302726263	0,203	0,0233726716
2,11895	0,54	0,2548432006	0,203	0,0258665849
6,0658	1,12	0,184641762	0,203	0,0187411388
2,38795	0,54	0,2261353881	0,203	0,0229527419
7,3885	1,12	0,1515869256	0,203	0,015386073
2,549	0,54	0,2118477834	0,203	0,02150255

Tabela 2 Consumo de Energia

Ao analisarmos a tabela, temos que a energia cinética estava tendo solavancos, em um movimento retilíneo uniforme temos que a energia cinética é constante.

Temos que, a mola usada para trocar de direção o carrinho, conserva a energia e a consome um pouco também. Temos como tese que o impulsor; usado como substituto para a mola, doava energia ao carrinho. Está é a análise partindo das medidas apresentadas na tabela 2.

Segue gráfico do consumo de energia. (Linha tendência polinomial grau 7)

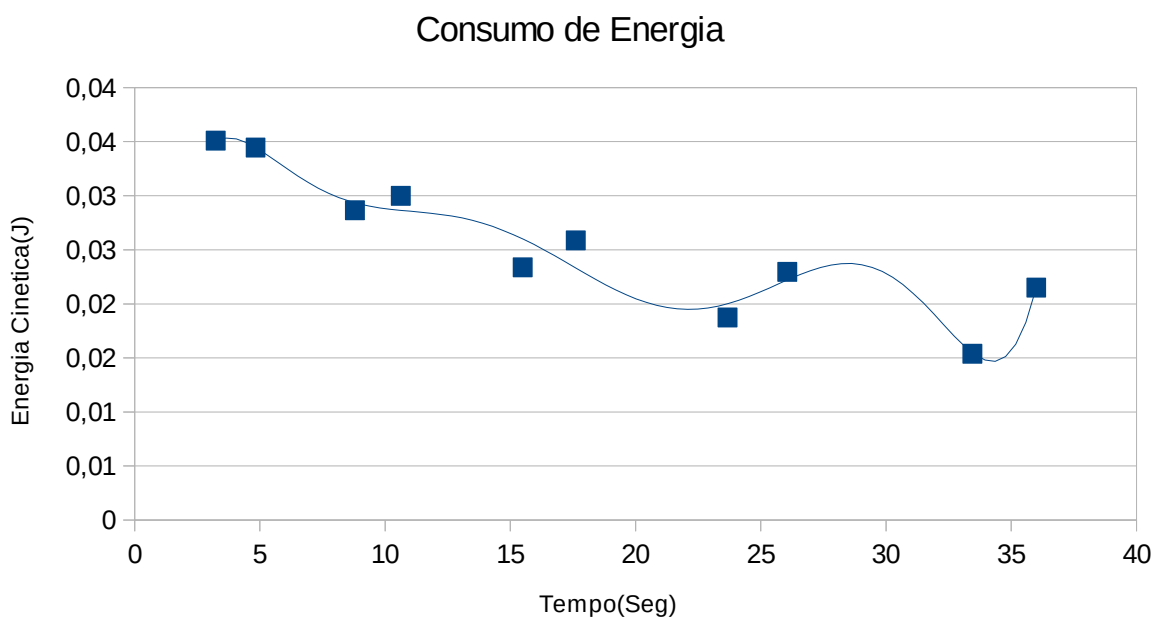


Figura 2 - Gráfico -EC-Consumo de energia

Temos no gráfico que a energia cinética esta tendo avanços e retrocessos, ambos apresentando uma queda gradual.

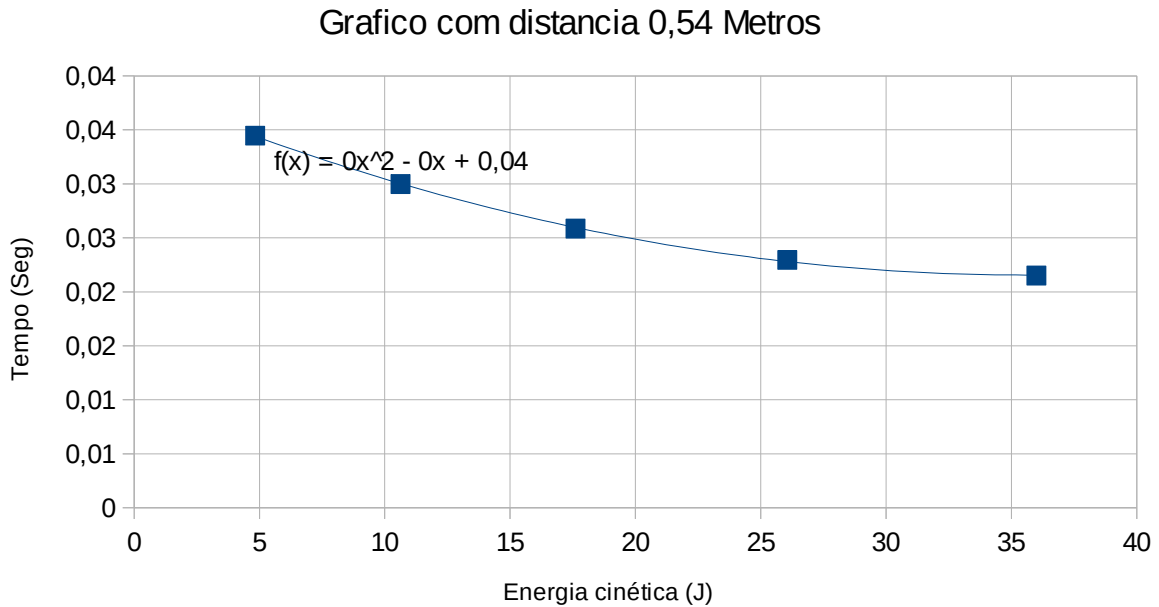


Figura 3: Gráfico -EC-Distancia 54 cm

Nas medidas anotadas para as distâncias, temos que os solavancos aqui presentes apresentam a energia cinética para as medidas de comprimento da pista igual 0,54 metros, onde, se separarmos o gráfico (Gráfico 3) a medida que o tempo aumenta, a energia cinética cai, isto também ocorre para a medida de distância de 1,12 metros, (Onde apresentam os pontos menores de energia cinética) se analisarmos apenas os pontos desta distância(Gráfico 4) a perda de energia cinética é constante.

Gráfico distancia 1,12 metros

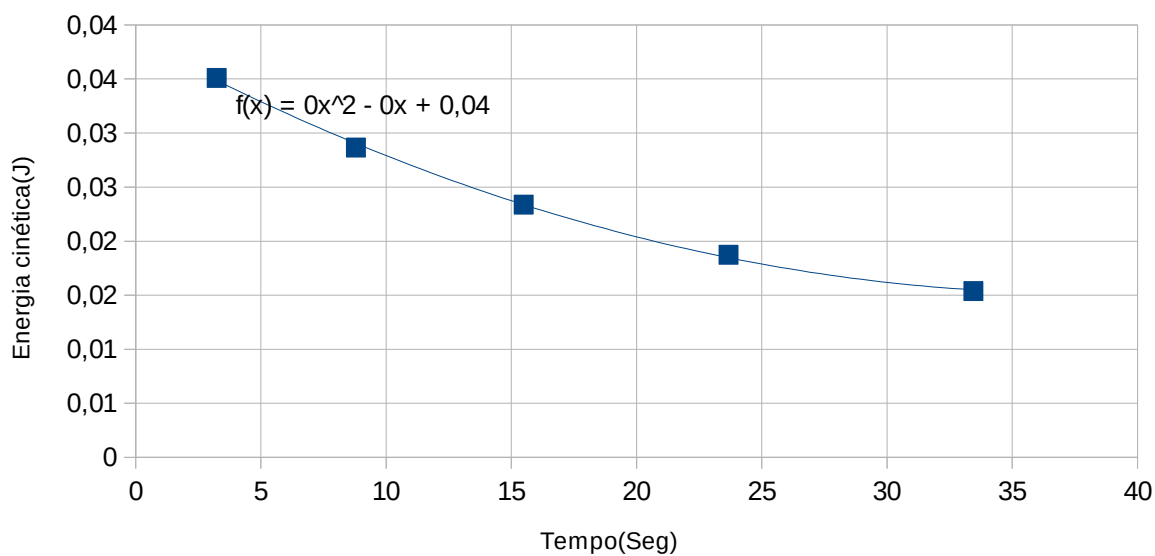


Figura 4: Gráfico – EC - Distancia 112 cm

Contudo, temos que como a causa da não conservação do movimento é devido a uma serie de atritos presentes, sendo eles: atrito com o ar, com o trilho, a perda de energia com o impacto com a mola e com o impulsor(ímã).

8. Desenvolvimento Matemático

Segue desenvolvimento matemático utilizado para obter os valores de energia cinética e velocidade.

Para velocidade vamos utilizar da fórmula :

$$Velocidade = \frac{\Delta S}{\Delta T}$$

Para a Energia cinética:

$$E = \frac{1}{2}mv^2$$

Para as todas medidas de energia cinética temos que a massa é igual a 203 gramas. Ou seja, 0,203 KG.

Será apresentada as contas na sequência que a tabela 2 mostra.

$$Velocidade = \frac{1,12}{3,23905} \quad Velocidade = 0,3457803986 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2}0,203 \times 0,3457803986^2 \quad E = 0,0350967105 \text{ J}$$

$$Velocidade = \frac{0,54}{1,59015} \quad Velocidade = 0,3395906047 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2}0,203 \times 0,3395906047^2 \quad E = 0,0344684464 \text{ J}$$

$$Velocidade = \frac{1,12}{3,96775} \quad Velocidade = 0,282275849 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2}0,203 \times 0,282275849^2 \quad E = 0,0286509987 \text{ J}$$

$$Velocidade = \frac{0,54}{1,82825} \quad Velocidade = 0,2953644195 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2}0,203 \times 0,2953644195^2 \quad E = 0,0299794886 \text{ J}$$

$$Velocidade = \frac{1,12}{4,8638} \quad Velocidade = 0,2302726263 \text{ M/s}$$

Instituto Federal do Paraná
2016

$$E = \frac{1}{2} 0,203 \times 0,2302726263^2 \quad E = 0,0233726716 \text{ J}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{0,54}{2,11895} \quad \text{Velocidade} = 0,2548432006 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2} 0,203 \times 0,2548432006^2 \quad E = 0,0258665849 \text{ J}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{1,12}{6,0658} \quad \text{Velocidade} = 0,184641762 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2} 0,203 \times 0,184641762^2 \quad E = 0,0187411388 \text{ J}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{0,54}{2,38795} \quad \text{Velocidade} = 0,2261353881 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2} 0,203 \times 0,2261353881^2 \quad E = 0,0229527419 \text{ J}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{1,12}{7,3885} \quad \text{Velocidade} = 0,1515869256 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2} 0,203 \times 0,1515869256^2 \quad E = 0,015386073 \text{ J}$$

$$\text{Velocidade} = \frac{0,54}{2,549} \quad \text{Velocidade} = 0,2118477834 \text{ M/s}$$

$$E = \frac{1}{2} 0,203 \times 0,2118477834^2 \quad E = 0,02150255 \text{ J}$$

9. Conclusão

Temos que as medidas calculadas, são todas precisas e exatas porque temos também um bom instrumento para fazer as medições de tempo. Já as medidas de trena, que também foram precisas para este experimento, demonstraram ser o erro dominante quando propagado para a velocidade, pois temos a medida da distância calculada pela trena, com um erro analógico igual a 0,005 metros, já o multicronometro nos dava um erro muito pequeno, sendo um erro igual a 0,00001 segundos, como evidenciado nas tabelas desde o começo do relatório.

Distancia (Metros (+/- 0,005 metros))	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3
Medida 1(Tempo) (Segundos (+/-0,00001))	0,233	0,35	0,47685	0,5944	0,71495
Medida 2 (Tempo)	0,2317	0,36185	0,4792	0,5891	0,7166
Medida 3(Tempo)	0,23475	0,3465	0,478	0,58695	0,7087
Media dos tempos	0,23315	0,3527833333	0,4780166667	0,59015	0,7134166667
Desvio Padrão(seg)	0,0015305228	0,0080446152	0,0011750886	0,0038343839	0,0041672333
Velocidade (Metros/Segundos)	0,4289084281	0,4251901545	0,4183954534	0,4236211133	0,4205116225
Erro Propagado para Velocidade (M/S)	0,0216294621	0,0171721057	0,0105103323	0,0089082893	0,0074264994
Distancia (Metros (+/- 0,005 metros))	35	0,4	0,45	0,5	0,55
Medida 1(Tempo) (Segundos (+/-0,00001))	0,838	0,9471	1,0808	1,19525	1,3151
Medida 2 (Tempo)	0,8366	0,94855	1,07685	1,19005	1,32135
Medida 3(Tempo)	0,8334	0,9471	1,08645	1,20295	1,3178
Media	0,836	0,9475833333	1,0813666667	1,1960833333	1,3180833333
Desvio Padrão(seg)	0,0023579652	0,0008371579	0,0048250216	0,0064902491	0,0031346185
Velocidade	0,418660287	0,4221264621	0,4161400697	0,4180310736	0,4172725548
Erro Propagado para Velocidade (M/S)	0,0060963182	0,0052767126	0,0049825742	0,0047560879	0,0039210366

Ao olhar para a tabela, temos que as medidas de Erro para a velocidade diminuí conforme a distância aumenta, esta baixa no erro é devido ao instrumento para calcular a distância que é a trena.

A trena não é um bom instrumento para se medir pequenas distâncias, pois tem um erro analógico, mas é muito boa para medir grandes distâncias.

Como esperado, temos a velocidade quase igual para todas as medidas, pois temos uma pista sem atrito. Em uma pista/local sem atrito, nosso carrinho andaria em velocidade constante até que uma força fosse aplicada a ele, para então acelerá-lo, freia-o ou mudá-lo de direção.

Em análise as medidas de energia cinética, temos que a equipe cometeu um erro grosseiro ao posicionar o sensor do multicronometro a uma distância irregular, temos a variação de mais de 100% das medidas de distâncias.

Tendo os gráficos para análise individual de cada distância ali presente(duas: 112cm e 54cm) temos que a energia cinética está decrescendo para ambas as medidas.

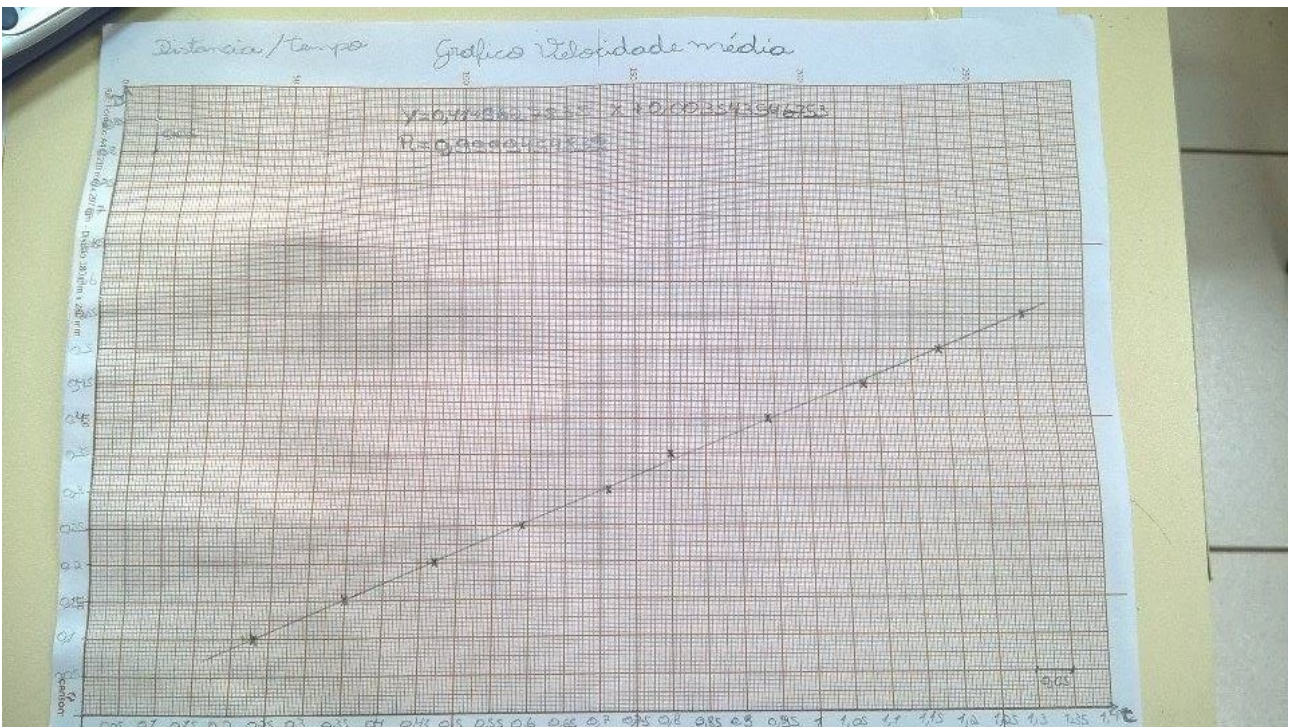
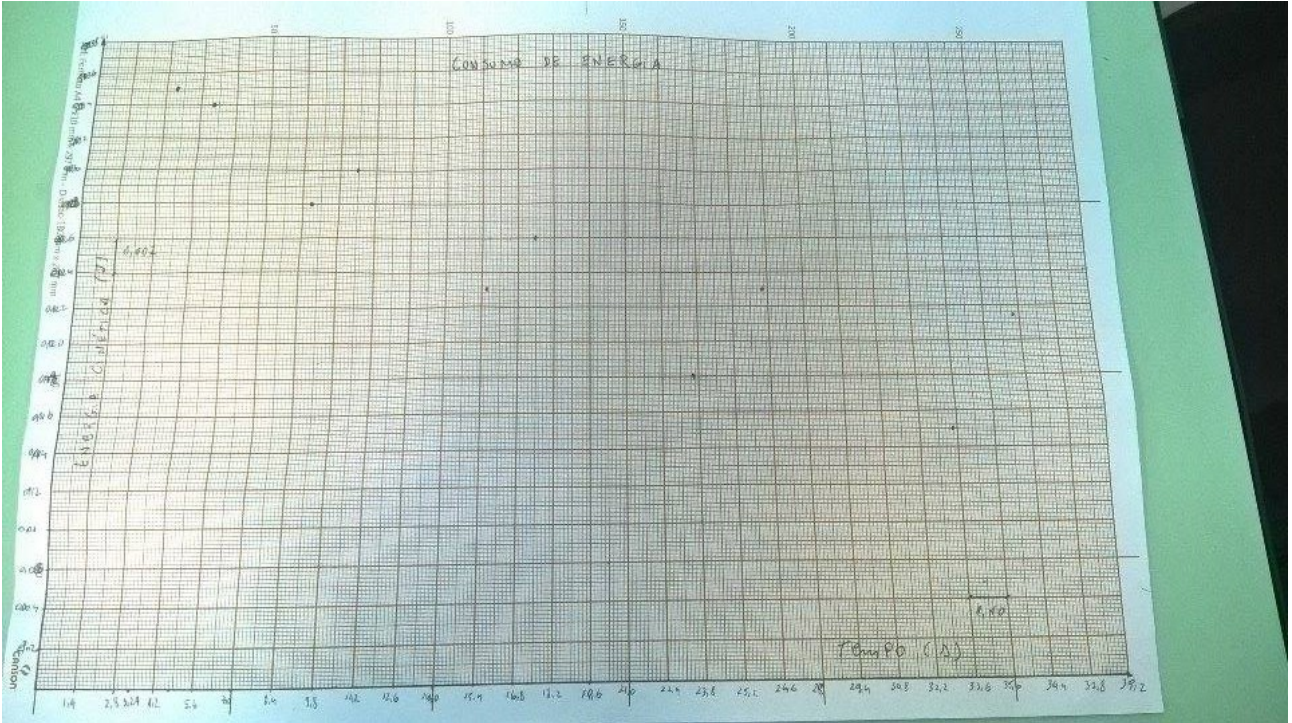
Instituto Federal do Paraná
2016

Esta perda de energia é devido ao atrito presente em nosso experimento, os de maior impacto, é o consumo de energia da mola, que foi usada para mudar a direção do carrinho, e do impulsor(ímã) que tinha esta mesma função. Mesmo previsto que a mola e o impulsor tem a função de conservar a energia, temos esta medida como ponto médio de cada distancia percorrida pelo carrinho antes dele encerrar o tempo no sensor, e o atrito com o ar e com o trilho de ar são mínimos, pois o trilho de ar foi usado para reduzir o atrito e o carrinho tinha uma área muito pequena para que o atrito com o ar fosse o dominante.

T2-T1	Distancia percorrida	Velocidade media	Massa	Energia cinetica	
3,23905	1,12	0,3457803986	0,203		0,0350967105
1,59015	0,54	0,3395906047	0,203		0,0344684464
3,96775	1,12	0,282275849	0,203		0,0286509987
1,82825	0,54	0,2953644195	0,203		0,0299794886
4,8638	1,12	0,2302726263	0,203		0,0233726716
2,11895	0,54	0,2548432006	0,203		0,0258665849
6,0658	1,12	0,184641762	0,203		0,0187411388
2,38795	0,54	0,2261353881	0,203		0,0229527419
7,3885	1,12	0,1515869256	0,203		0,015386073
2,549	0,54	0,2118477834	0,203		0,02150255

Outra hipótese de nosso grupo em relação ao gráfico não esperado para a energia cinética é a que o impulsor eletromagnético usado como mola doava energia a nosso carrinho, e como temos uma distância muito curta (à distância de 0,54 centímetro dividido por 2) do sensor até o ímã com esta função, temos que foi captada, notavelmente, esta energia adicionada ao nosso carrinho pelo impulsor.

10. ANEXOS



11. Referencias

NAGASHIMA, H. N., Apostila do Laboratório de Física I, UNESP, 2011 TIMONER, A.; MAJORANA, F. S.; HAZOFF, W. Manual de Laboratório de Física: Mecânica, Calor e Acústica. São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 1973. HALLIDAY, David; RESNICK, Robert; WALKER, Jearl. Fundamentos de Física I: Mecânica. Rio de Janeiro: LTC, 2009. JEWETT, J. W., SERWAY, R. A., Física para Cientistas e Engenheiros. 8. ed., Cengage Learning, 2011. MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B.. Física – Volume Único. 2. ed. São Paulo: Scipione, 2010. (ISBN: 8526265865). SEARS, Francis; YOUNG, Hugh D.; FREEDMAN, Roger A.; ZEMANSKY, Mark W. Física 1 – Mecânica. 12a ed. Addison Wesley, 2009 PIACENTINI, J. J.; GRANDI, B. C. S.; HOTMANN, M. P.; LIMA, F. R. R.; ZIMMERMANN, E. Introdução ao Laboratório de Física. 5. ed. Florianópolis: Editora da UFSC, 2013.