

## OBJETIVO:

- Estudar o MRUV através do movimento do carrinho no trilho de ar.

## MATERIAL UTILIZADO:

- 01 Conjunto Básico do Trilho de Ar;

## PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Imagem 1: Erros de medida associados ao tempo e posição.

Erro Tempo	Erro Posição
$\pm 5\text{ms}$	$\pm 0,5\text{cm}$

Tabela 1: Tempo medido entre os deslocamentos demarcados, para impulso com massa de 10g.

$X_F$ (cm)	$\Delta t$ 1 (s)	$\Delta t$ 2 (s)	$\Delta t$ 3 (s)	$\Delta t$ 4 (s)	$\Delta t$ 5 (s)	Média $\Delta t$ (s)
$(30 \pm 0.5)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$
$(32 \pm 0.5)$	$(0.205 \pm 0.005)$	$(0.205 \pm 0.005)$	$(0.209 \pm 0.005)$	$(0.208 \pm 0.005)$	$(0.203 \pm 0.005)$	$(0.206 \pm 0.005)$
$(35 \pm 0.5)$	$(0.349 \pm 0.005)$	$(0.352 \pm 0.005)$	$(0.352 \pm 0.005)$	$(0.349 \pm 0.005)$	$(0.350 \pm 0.005)$	$(0.350 \pm 0.005)$
$(40 \pm 0.5)$	$(0.507 \pm 0.005)$	$(0.514 \pm 0.005)$	$(0.509 \pm 0.005)$	$(0.510 \pm 0.005)$	$(0.506 \pm 0.005)$	$(0.509 \pm 0.005)$
$(50 \pm 0.5)$	$(0.726 \pm 0.005)$	$(0.733 \pm 0.005)$	$(0.731 \pm 0.005)$	$(0.727 \pm 0.005)$	$(0.733 \pm 0.005)$	$(0.730 \pm 0.005)$
$(60 \pm 0.5)$	$(0.891 \pm 0.005)$	$(0.893 \pm 0.005)$	$(0.893 \pm 0.005)$	$(0.893 \pm 0.005)$	$(0.877 \pm 0.005)$	$(0.889 \pm 0.005)$
$(70 \pm 0.5)$	$(1.035 \pm 0.005)$	$(1.028 \pm 0.005)$	$(1.027 \pm 0.005)$	$(1.027 \pm 0.005)$	$(1.027 \pm 0.005)$	$(1.029 \pm 0.005)$
$(80 \pm 0.5)$	$(1.166 \pm 0.005)$	$(1.151 \pm 0.005)$	$(1.170 \pm 0.005)$	$(1.149 \pm 0.005)$	$(1.149 \pm 0.005)$	$(1.157 \pm 0.005)$

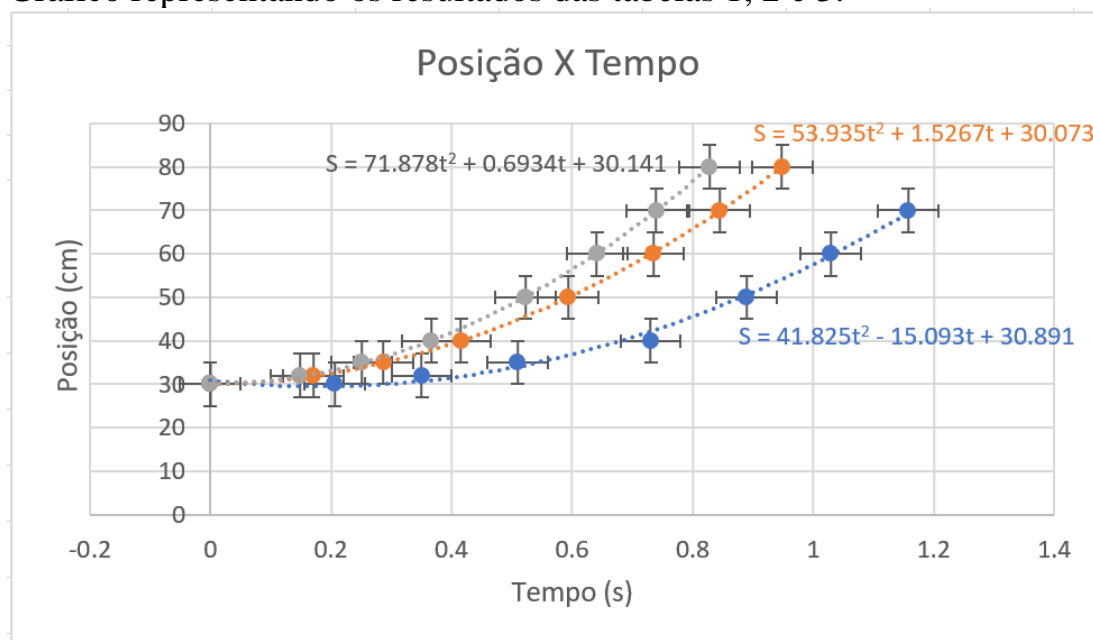
Tabela 2: Tempo medido entre os deslocamentos demarcados, para impulso com massa de 20g.

$X_F$ (cm)	$\Delta t$ 1 (s)	$\Delta t$ 2 (s)	$\Delta t$ 3 (s)	$\Delta t$ 4 (s)	$\Delta t$ 5 (s)	Média $\Delta t$ (s)
$(30 \pm 0.5)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$
$(32 \pm 0.5)$	$(0.169 \pm 0.005)$	$(0.170 \pm 0.005)$	$(0.175 \pm 0.005)$	$(0.169 \pm 0.005)$	$(0.170 \pm 0.005)$	$(0.171 \pm 0.005)$
$(35 \pm 0.5)$	$(0.286 \pm 0.005)$	$(0.287 \pm 0.005)$	$(0.286 \pm 0.005)$	$(0.288 \pm 0.005)$	$(0.289 \pm 0.005)$	$(0.287 \pm 0.005)$
$(40 \pm 0.5)$	$(0.416 \pm 0.005)$	$(0.413 \pm 0.005)$	$(0.416 \pm 0.005)$	$(0.414 \pm 0.005)$	$(0.419 \pm 0.005)$	$(0.416 \pm 0.005)$
$(50 \pm 0.5)$	$(0.594 \pm 0.005)$	$(0.592 \pm 0.005)$	$(0.593 \pm 0.005)$	$(0.592 \pm 0.005)$	$(0.594 \pm 0.005)$	$(0.593 \pm 0.005)$
$(60 \pm 0.5)$	$(0.732 \pm 0.005)$	$(0.729 \pm 0.005)$	$(0.731 \pm 0.005)$	$(0.729 \pm 0.005)$	$(0.751 \pm 0.005)$	$(0.734 \pm 0.005)$
$(70 \pm 0.5)$	$(0.848 \pm 0.005)$	$(0.842 \pm 0.005)$	$(0.844 \pm 0.005)$	$(0.843 \pm 0.005)$	$(0.844 \pm 0.005)$	$(0.844 \pm 0.005)$
$(80 \pm 0.5)$	$(0.944 \pm 0.005)$	$(0.946 \pm 0.005)$	$(0.949 \pm 0.005)$	$(0.954 \pm 0.005)$	$(0.948 \pm 0.005)$	$(0.948 \pm 0.005)$

Tabela 3: Tempo medido entre os deslocamentos demarcados, para impulso com massa de 30g.

$X_F$ (cm)	$\Delta t$ 1 (s)	$\Delta t$ 2 (s)	$\Delta t$ 3 (s)	$\Delta t$ 4 (s)	$\Delta t$ 5 (s)	Média $\Delta t$ (s)
$(30 \pm 0.5)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$	$(0.000 \pm 0.005)$
$(32 \pm 0.5)$	$(0.151 \pm 0.005)$	$(0.149 \pm 0.005)$	$(0.152 \pm 0.005)$	$(0.146 \pm 0.005)$	$(0.147 \pm 0.005)$	$(0.149 \pm 0.005)$
$(35 \pm 0.5)$	$(0.252 \pm 0.005)$	$(0.250 \pm 0.005)$	$(0.250 \pm 0.005)$	$(0.254 \pm 0.005)$	$(0.250 \pm 0.005)$	$(0.251 \pm 0.005)$
$(40 \pm 0.5)$	$(0.362 \pm 0.005)$	$(0.365 \pm 0.005)$	$(0.368 \pm 0.005)$	$(0.373 \pm 0.005)$	$(0.366 \pm 0.005)$	$(0.367 \pm 0.005)$
$(50 \pm 0.5)$	$(0.522 \pm 0.005)$	$(0.523 \pm 0.005)$	$(0.524 \pm 0.005)$	$(0.522 \pm 0.005)$	$(0.519 \pm 0.005)$	$(0.522 \pm 0.005)$
$(60 \pm 0.5)$	$(0.640 \pm 0.005)$	$(0.641 \pm 0.005)$	$(0.642 \pm 0.005)$	$(0.640 \pm 0.005)$	$(0.642 \pm 0.005)$	$(0.641 \pm 0.005)$
$(70 \pm 0.5)$	$(0.741 \pm 0.005)$	$(0.741 \pm 0.005)$	$(0.738 \pm 0.005)$	$(0.739 \pm 0.005)$	$(0.739 \pm 0.005)$	$(0.740 \pm 0.005)$
$(80 \pm 0.5)$	$(0.828 \pm 0.005)$	$(0.827 \pm 0.005)$	$(0.827 \pm 0.005)$	$(0.827 \pm 0.005)$	$(0.828 \pm 0.005)$	$(0.827 \pm 0.005)$

Gráfico representando os resultados das tabelas 1, 2 e 3:



\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

As equações dos gráficos  $X = f(t)$  possuem a forma  $f(x) = ax^2 + bx + c$ , que representa uma equação do segundo grau. Ao analisarmos o gráfico gerado por essa equação, podemos observar que a sua forma é de uma parábola. Essa característica nos indica que o objeto se move com uma aceleração constante não nula, ou seja, com um Movimento Uniformemente Variado (MUV), e sua velocidade varia linearmente em um intervalo de tempo.

Dessa forma, a equação apresenta três coeficientes que possuem um significado físico. O coeficiente "a" representa a aceleração do objeto, que está associada ao coeficiente de grau dois da equação. Esse coeficiente determina se a concavidade da parábola é para cima ou para baixo, o que indica a direção do movimento do objeto.

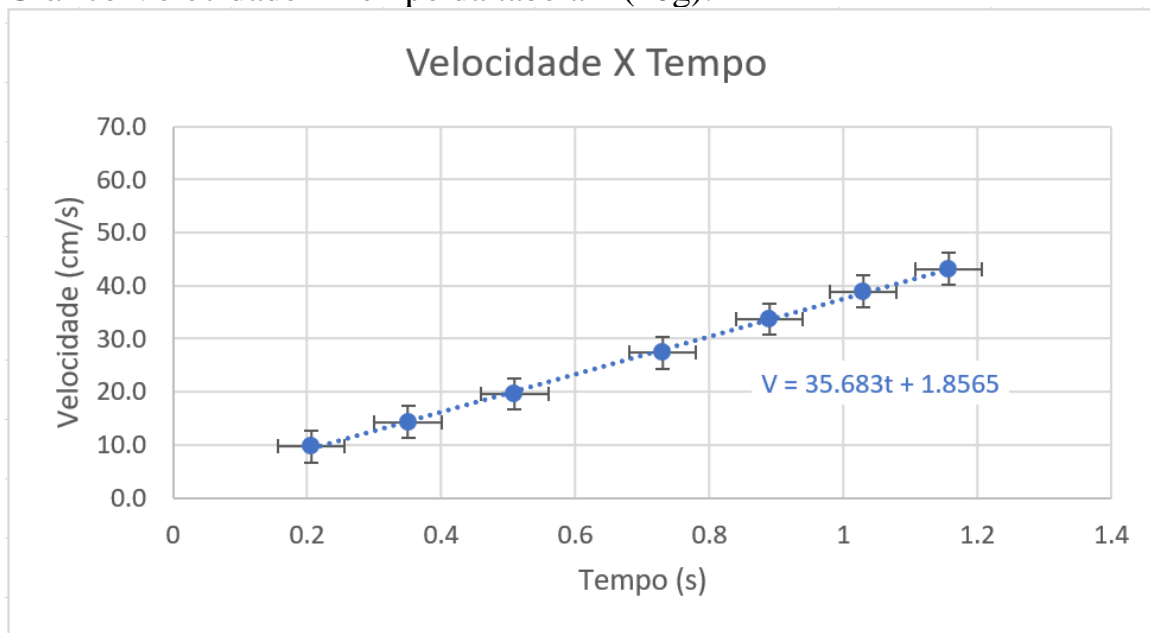
O coeficiente "b" está associado ao coeficiente de grau um da equação e representa a velocidade inicial do objeto. Esse coeficiente determina como a parábola corta o eixo Y. Se o coeficiente "b" for negativo, a parábola ainda estará descendo ao cortar o eixo Y, indicando que o objeto está se movendo em uma direção oposta ao eixo X. Se for positivo, a parábola estará subindo, indicando que o objeto está se movendo na mesma direção do eixo X.

Por fim, o coeficiente "c" está associado ao termo independente da equação, que representa a posição inicial do objeto no tempo zero. Esse coeficiente determina onde a parábola corta o eixo Y, que indica a posição inicial do objeto.

Imagem 2: Equações horárias do movimento do carrinho nas diferentes tabelas.

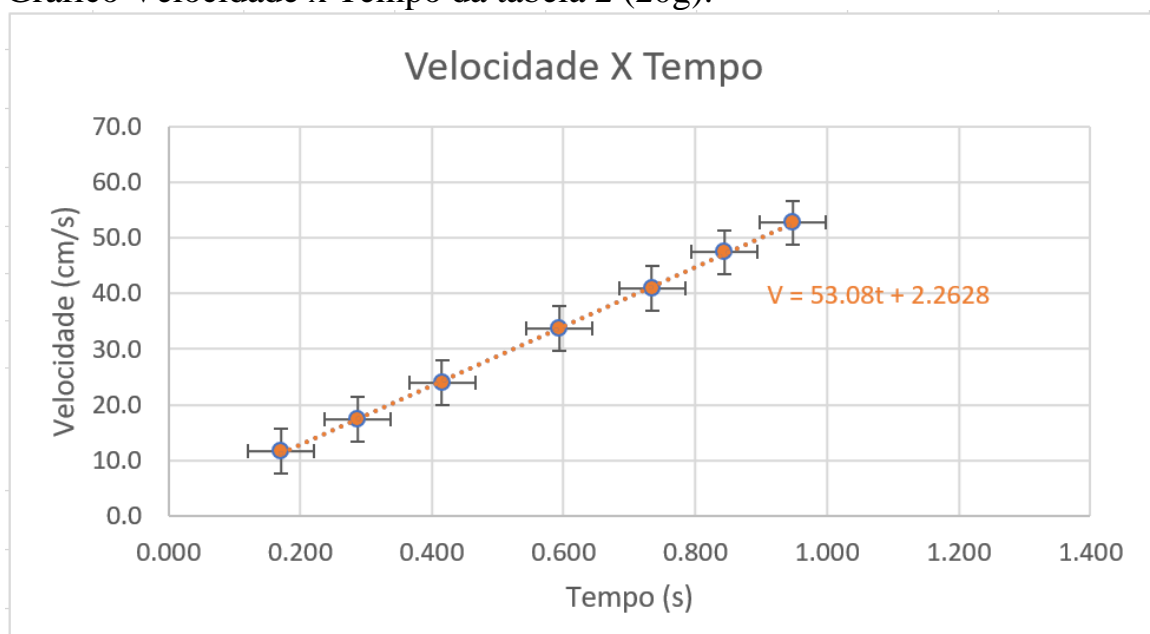
	Equação Horária
Tabela 1	$S = 30.891 - 15.093t + 41.825t^2$
Tabela 2	$S = 30.073 + 1.5267t + 53.935t^2$
Tabela 3	$S = 30.141 + 0.6934t + 71.878t^2$

Gráfico Velocidade x Tempo da tabela 1 (10g):



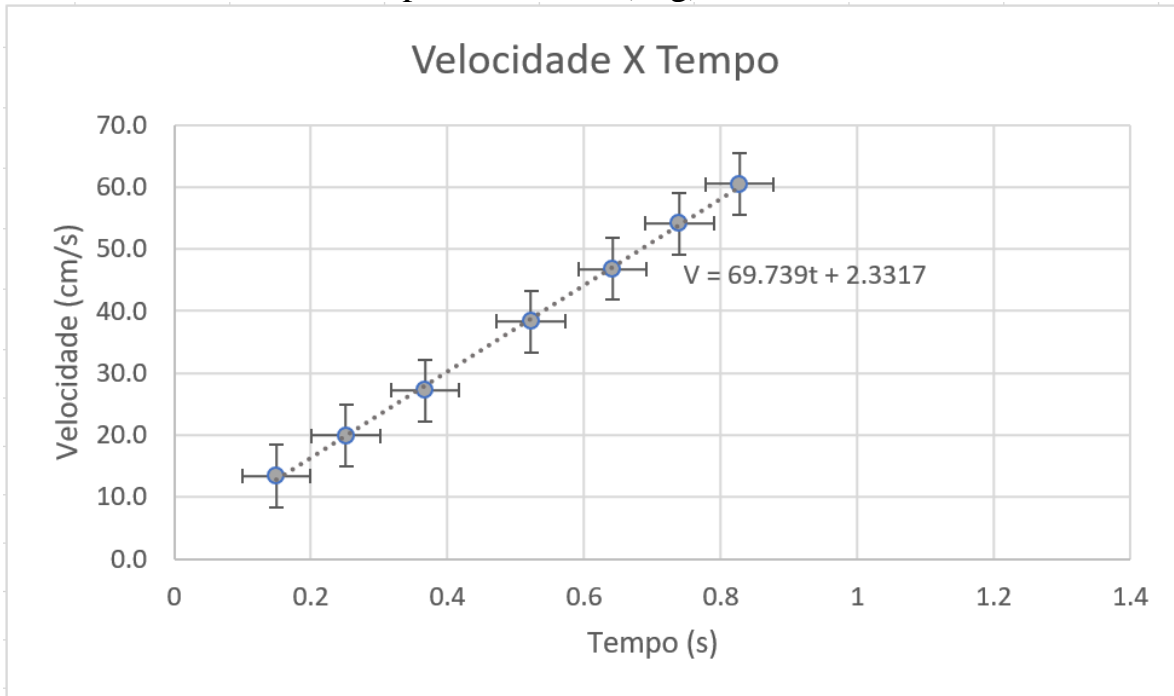
\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

Gráfico Velocidade x Tempo da tabela 2 (20g):



\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

Gráfico Velocidade x Tempo da tabela 3 (30g):



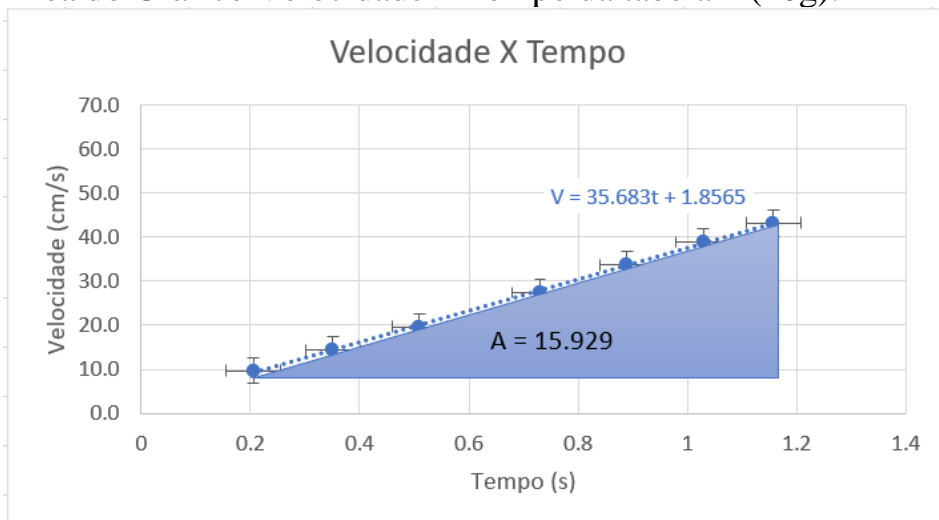
\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

As equações dos gráficos  $V = f(t)$  possuem a forma  $f(x) = ax + b$ , que representa uma função afim. Ao analisarmos o gráfico, podemos observar que sua forma é uma reta, indicando que a velocidade aumenta de forma linear, o que indica a presença de uma aceleração constante.

O coeficiente angular "a" representa a aceleração do objeto durante o movimento, e o coeficiente linear "b" representa a velocidade inicial do objeto.

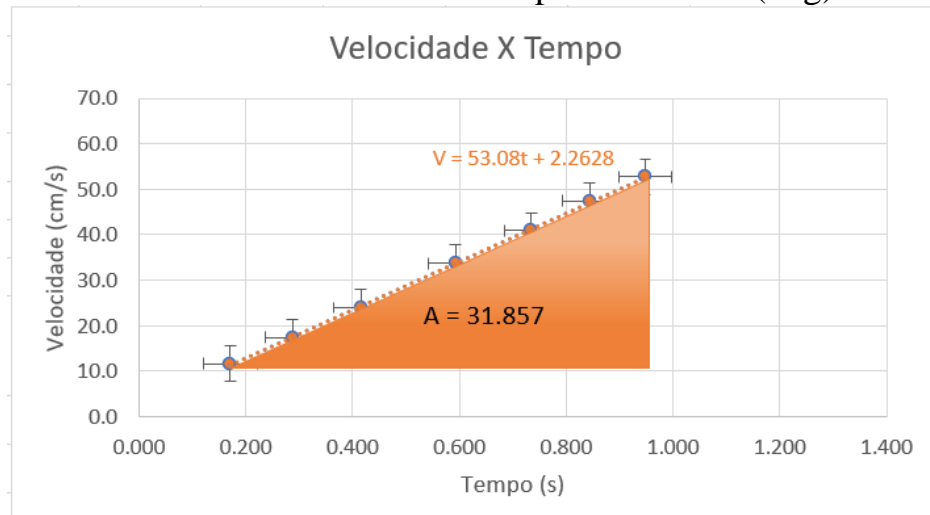
Dessa forma, podemos representar a equação de outra maneira, utilizando a fórmula  $V = V_0 + at$ , em que "V" é a velocidade final, " $V_0$ " é a velocidade inicial, "a" é a aceleração e "t" é o tempo. Essa forma da equação permite a determinação da velocidade do objeto em qualquer instante de tempo, desde que se conheçam os valores iniciais de velocidade e aceleração.

Área do Gráfico Velocidade x Tempo da tabela 1 (10g):



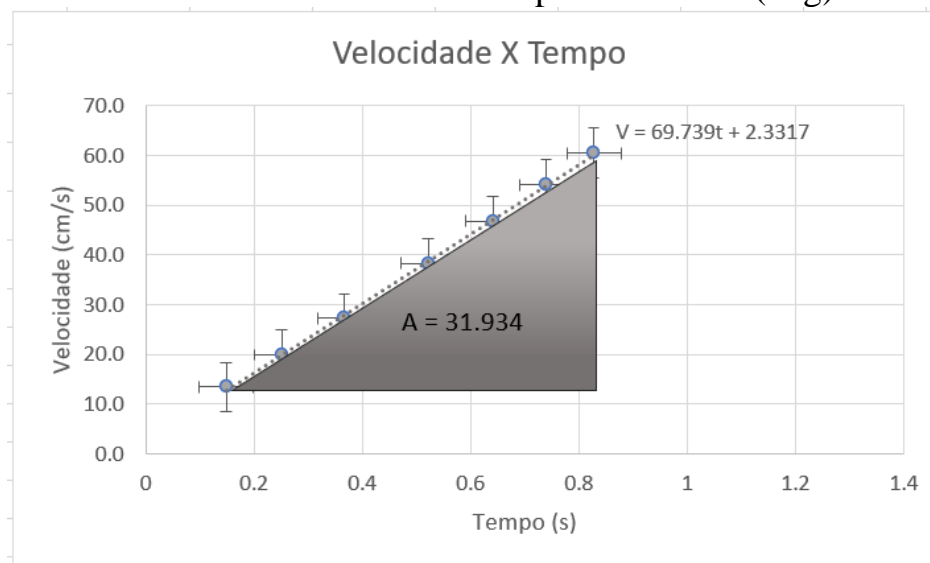
\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

Área do Gráfico Velocidade x Tempo da tabela 2 (20g):



\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

Área do Gráfico Velocidade x Tempo da tabela 3 (30g):



\* Barras de erro aumentadas em 10x para melhor visualização

Observa-se que as áreas abaixo dos gráficos correspondem a triângulos retângulos, que representam o crescimento linear da velocidade.

Ao término da análise, podemos concluir que o movimento analisado é, de fato, um Movimento Uniformemente Variado (MUV). Durante o experimento, foi observado que, à medida que peso era adicionado ao carrinho, sua aceleração aumentava, causando uma variação linear na velocidade do objeto durante o movimento.

De acordo com a teoria, foi possível comprovar que, para um mesmo peso adicionado ao carrinho, a aceleração permanecia constante, o que resultava em uma variação linear da velocidade do objeto ao longo do tempo